



**JUNTA CENTRAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL ESTADO DE CHIHUAHUA**

**INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA**

Contrato de prestación de servicios No.:  
**A044-B-2018-E15-JCAS-PRODER”**

**INFOME FINAL**

**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS,  
CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE ANAHUAC, MUNICIPIO  
DE CUAUHTEMOC ESTADO DE CHIHUAHUA**

**México, 2019**



**PROYECTO “ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS, CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHTEMOC ESTADO DE CHIHUAHUA”**

**CLAVE IMTA: HC1835**

**Informe Final**

COORDINACIÓN DE HIDRÁULICA

SUBCOORDINACIÓN DE HIDRÁULICA AMBIENTAL

**Jefe de proyecto:**

Xóchitl Peñaloza Rueda

**Miembros del equipo:**

Juan Maldonado Silvestre

Oscar Jesús Llaguno Guilberto

Alberto Emilio Alatorre Sanchez

Arturo Lopez Zúñiga

Raul Medina Mendoza

**México, 2019**



## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN</b>	2
2.1 Planos planímetros existentes de la Ciudad	2
2.2 Planos topográficos de la Ciudad	4
2.3 Bancos de nivel	4
2.4 Plano catastral	5
2.5 Plan de Desarrollo Urbano	5
2.6 Proyectos de agua potable	5
2.7 Planos de la infraestructura de la red de agua potable	7
2.8 Padrón de Usuarios	9
2.9 Registros de volúmenes de agua suministrado y consumido	9
2.10 Consumo de agua	10
2.11 Venta de agua en metros cúbicos	10
2.12 Programa de Indicadores de Gestión 2018	11
2.13 Reporte de fugas	11
<b>3. DIAGNÓSTICO</b>	12
3.1 Identificación de pérdidas	12
3.1.1 Búsqueda de fugas no visibles	12
3.1.2 Observaciones y recomendaciones	43
3.2 Auditoria del Agua	45
3.2.1 Estadística de fugas 2018	45
3.2.2 Gastos unitarios por fuga según la ocurrencia	47
3.2.3 Volumen recuperado por reparación de fugas por tipo de ocurrencia	50
3.2.4 Resultados finales del volumen recuperado por fugas físicas en 2018	54
3.2.5 Determinación del volumen por pérdidas físicas potenciales en 2018	55
3.2.6 Recuperación de pérdidas físicas	58
3.2.7 Consumos per-cápita por tipo de usuario	59
3.2.8 Procesos de generación de consumos	63



3.2.9	Usuarios abastecidos con pipas.....	71
3.2.10	Estadísticas de producción de pozos activos según JRAS de Anáhuac .....	71
3.2.11	Aforos en pozos de la JRAS de Anáhuac para analizar la producción de 2019 .....	73
3.2.12	Resultados globales de los aforos y la producción corregida a nivel anual .....	100
3.2.13	Volúmenes facturados y cobrados de 2018 reportados por la JRAS .....	100
3.2.14	Importes de la facturación y recaudación a tiempo de 2017 y 2018.....	101
3.2.15	Balance de Agua.....	102
3.2.16	Determinación de la Eficiencia Física .....	106
3.2.17	Determinación de la Eficiencia Comercial.....	107
3.2.18	Determinación de la Eficiencia Global .....	107
3.2.19	Comparativa de niveles de eficiencia - JRAS de Anáhuac VS IMTA .....	107
3.2.20	Análisis de las pérdidas según los resultados de IMTA .....	109
3.2.21	Estimación de la demanda de agua para la población de Anáhuac .....	109
3.2.22	Observaciones y recomendaciones.....	112
<b>4.</b>	<b>ACTUALIZACIÓN DEL PADRÓN DE USUARIOS .....</b>	<b>113</b>
4.1	Descripción del padrón de usuarios.....	113
4.2	Status de la base de datos del Padrón de Usuarios .....	114
4.3	Metodología para la actualización del padrón de usuarios.....	117
4.4	Confiabilidad del Padrón de Usuarios .....	128
4.5	Verificación de tomas domiciliarias .....	128
<b>5.</b>	<b>TOPOLOGÍA Y CATASTRO DE REDES .....</b>	<b>132</b>
5.1	Levantamiento topográfico.....	132
5.2	Levantamiento físico de cajas de válvulas.....	135
5.3	Plano de la red de agua potable .....	140
5.4	Pozos y tanques .....	141
<b>6.</b>	<b>MODELO MATEMÁTICO DE LA RED EPANET .....</b>	<b>142</b>
6.1	Armado del modelo .....	142
6.2	Calibración del modelo .....	148
6.3	Resultados del modelo.....	154
6.4	Conclusión .....	160



<b>7. CREACIÓN DE SECTORES HIDROMÉTRICOS - SECTORIZACIÓN</b> .....	161
7.1 Inclusión del Pozo 3.....	161
7.2 Sectores .....	167
7.2.1 Criterios para la sectorización e instrumentación de la zona de influencia Sacramento Norte.....	168
7.2.2 Descripción general de la sectorización .....	169
7.3 Acciones de sectorización .....	195
7.3.1 Observaciones y recomendaciones.....	200
<b>8. MEMORIAS, PLANOS, INFORMES Y DOCUMENTOS</b> .....	201

## 1. INTRODUCCIÓN

La Junta Rural de Agua y Saneamiento de Anáhuac (JRAS) es la institución responsable de administrar el vital líquido en esta ciudad y de hacer llegar el servicio de agua a cada una de las tomas domiciliarias que conforman el padrón de usuarios. El principal reto es el de asegurar un abasto de agua potable disponible, es decir, continuo y suficiente, especialmente, para uso doméstico; de calidad, libre de microorganismos o sustancias químicas o radioactivas que constituyan una amenaza para los ciudadanos; que el acceso físico sea seguro y que se encuentre al alcance económico de todos los ciudadanos. Lo anterior para garantizar la salud de la población y el desarrollo económico de la ciudad. La JRAS Anáhuac depende de la Junta Central de Agua y Saneamiento de Chihuahua (JCAS).

La JRAS de Anáhuac se sitúa en la ciudad del mismo nombre y pertenece al municipio de Cuauhtémoc, en el estado de Chihuahua. Teniendo la carretera federal no. 16 como principal conexión hacia otras localidades. Las coordenadas geográficas de las oficinas de dicha institución son: 28° 28' 44" N y 106° 44' 43.24" O. En la Ilustración 1 se aprecia la ubicación geográfica de la Junta Rural de Agua y Saneamiento de Anáhuac.



**Ilustración 1. Localización de la JRAS de Anáhuac.**

El objetivo principal de este estudio es contar con la actualización del catastro de la red de agua potable, un modelo matemático de la red y propuesta de sectorización, así como la actualización del padrón de usuarios.

## 2. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En esta actividad se recopiló información existente necesaria para realizar las diferentes actividades que contempla el estudio, como son:

- Planos planímetros existentes de la Ciudad.
- Planos topográficos de la Ciudad.
- Bancos de nivel propiedad de la Junta de Agua, o utilizados o abalados por la Junta.
- Plano catastral
- Plan de desarrollo urbano
- Planos de la infraestructura de la red de agua potable.
- Proyectos de agua potable
- Padrón de Usuarios
- Registros de volúmenes de agua suministrado
- Consumo de agua.
- Venta de agua en metros cúbicos
- Programa de Indicadores de Gestión
- Reporte de fugas

Esta información se solicitó principalmente a la Junta Central de Agua y Saneamiento del Estado Chihuahua, JCAS, a la Junta Rural de Agua Potable y Alcantarillado de Anáhuac, Chih, JRAS, y a la Seccional Municipal Anáhuac.

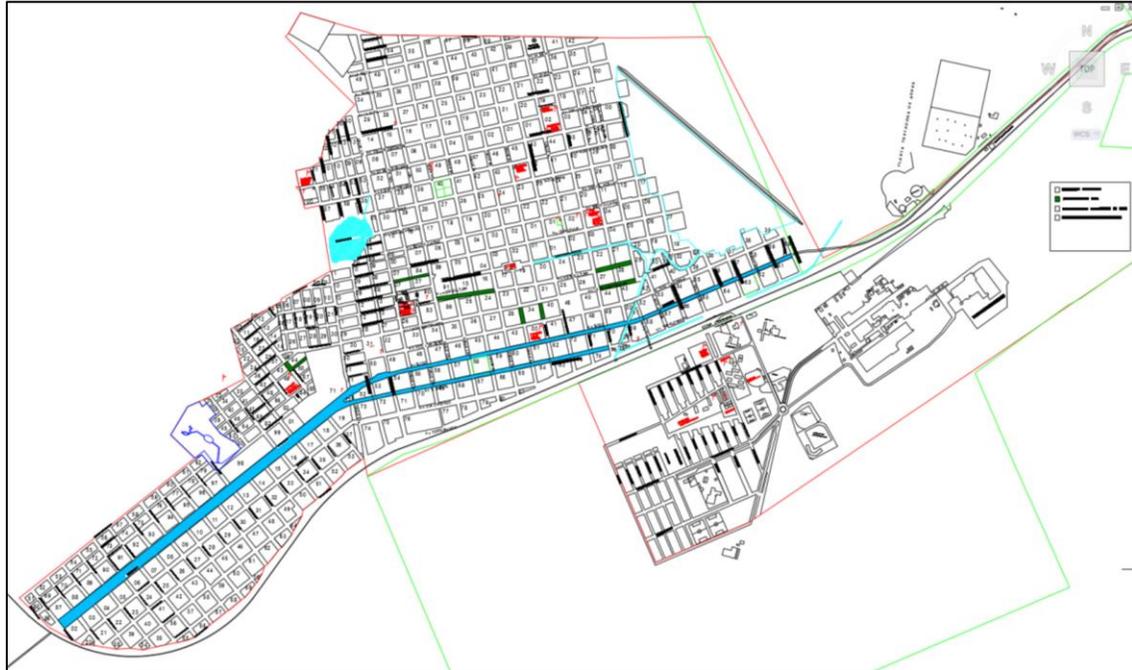
### 2.1 Planos planímetros existentes de la Ciudad

La JRAS proporcionó un plano en el que se indican las colonias. Ver Ilustración 2.



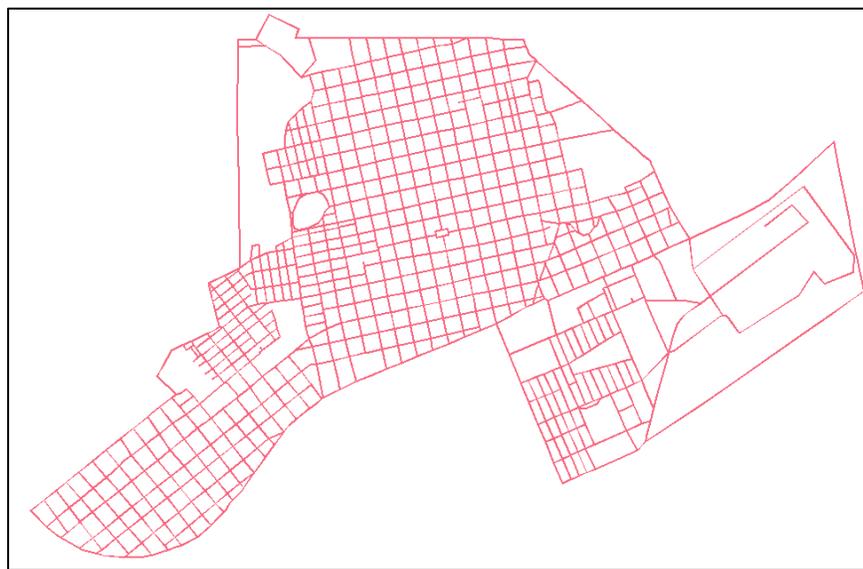
**Ilustración 2. Plano de las colonias de la JRAS.**

La seccional municipal del Anáhuac, proporcionó a la JRAS un plano general de la localidad, en la que se presentan las manzanas y su numeración. Ver Ilustración 3.



**Ilustración 3. Plano General de Anáhuac.**

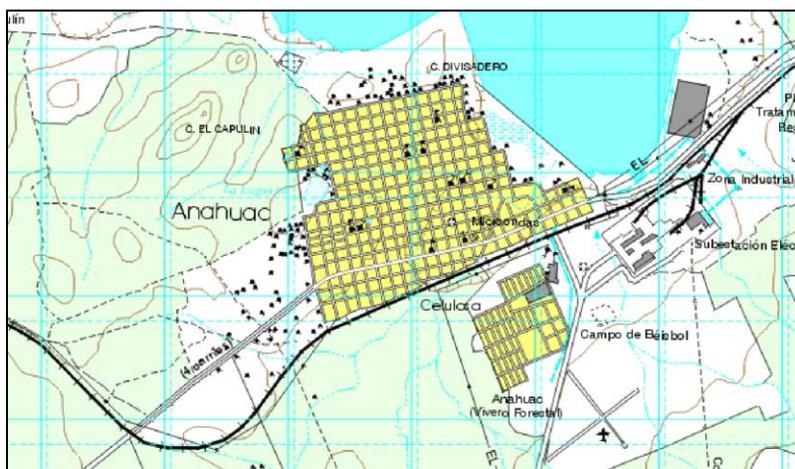
Del INEGI se obtuvieron los archivos vectoriales de la carta topográfica H13C74, en la cual se encuentra el archivo llamado calles. Ver Ilustración 4.



**Ilustración 4. Plano de los vectoriales de las calles, INEGI.**

## 2.2 Planos topográficos de la Ciudad

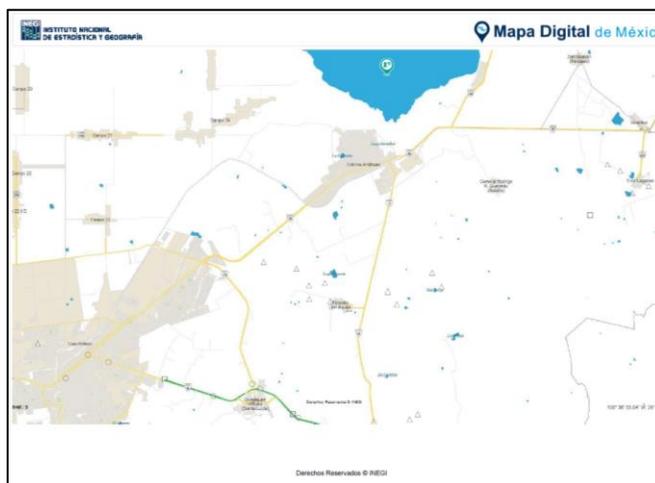
La JCAS y la JRAS no cuentan con planos topográficos de la ciudad. Solamente se dispone de topografía y MDE del INEGI, como son la carta topográfica H13C74 escala 1:50,000 que contiene curvas de nivel a cada 20 metros, y del modelo digital de elevación H13C74C1 tipo superficie y terreno con 5 m de resolución derivado de datos de sensores remotos satelitales y aerotransportados. Esta información es valiosa para la planeación de los trabajos de campo, más no sustituye el levantamiento topográfico que se realizará en campo.



**Ilustración 5. Carta topográfica.**

## 2.3 Bancos de nivel

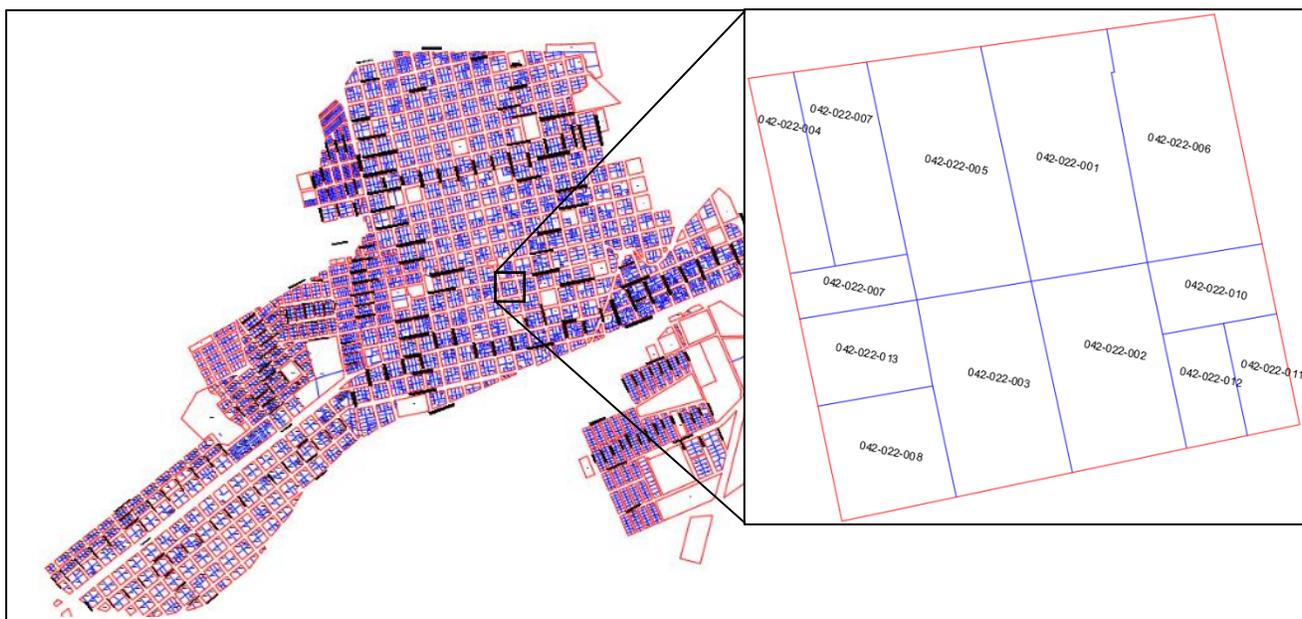
La JCAS y la JRAS no cuentan con bancos de nivel, por lo que será necesario realizar la nivelación con referencia en un banco de nivel del INEGI. En la Ilustración 6 se muestra mapa del INEGI en el que se indican las estaciones geodésicas horizontales y verticales.



**Ilustración 6. Red geodésica pasiva, INEGI.**

## 2.4 Plano catastral

Se solicitó, a la Seccional Municipal de Anáhuac, los números oficiales de los predios de la localidad, pero no fue posible obtener tal información, en su lugar proporcionaron el plano catastral que contiene el número catastral de cada predio, como se indica en la Ilustración 7. El primer número se refiere a la zona, el segundo es el número de manzana y finalmente el tercero es el número del predio. Estos números de catastro de los predios se utilizaron como clave para identificar cada toma domiciliaria en la actualización del padrón de usuarios.



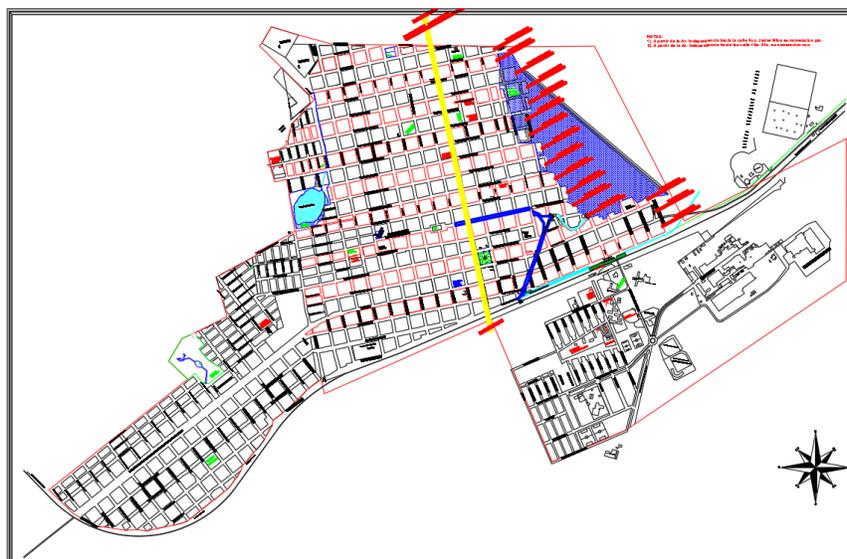
**Ilustración 7. Plano catastral.**

## 2.5 Plan de Desarrollo Urbano

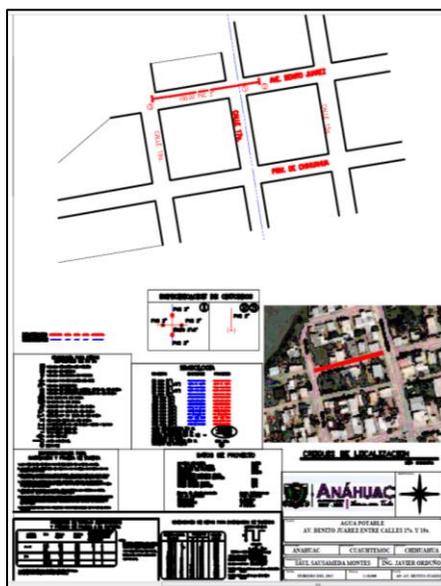
Se solicitó, a la Seccional Municipal de Anáhuac, el plan de Desarrollo Urbano, con el objeto de identificar las zonas de crecimiento e incluirlas en el presente estudio. En la Ilustración 8 se muestra el plano que proporcionó la Seccional Municipal, en el que se delimita con un polígono la zona que corresponde al plan de desarrollo, el cual no excede el área o cobertura que se observa en los planos proporcionados por la JCAS y la JRAS.

## 2.6 Proyectos de agua potable

La Seccional Municipal proporcionó 6 proyectos de agua potable que tienen programados para realizarse en el 2019, los cuales consisten en la instalación de tubería en diferentes tramos para complementar la red de agua potable. En la Ilustración 9 se muestra unos de los planos de proyecto y en la Tabla 1 se indican los tramos de los 6 proyectos. Esta información fue útil para en la actualización del catastro de la red, pues nos da conocimiento de calles en las que no existe infraestructura actualmente.



**Ilustración 8. Plan de Desarrollo Urbano de Anáhuac.**



**Ilustración 9. Proyecto de red de agua potable 2019.**

**Tabla 1 Tramos de proyectos de agua potable 2019**

No.	Calle	Entre calle	y calle
1	AV. BENITO JUAREZ	ENTRE CALLE 17a	CALLE 19A
2	AV. PLAN DE AYALA	CALLE 17a	23a
3	CALLE 9a	FCO I. MADEO	16 DE SEPT
4	CALLE 13a	AV. AGRICULTURA	16 DE SEPT
5	CALLE 15	AV. EMILIO CARRANZA	AV. CHIHUAHUA
6	EMILIO CARRANZA	CALLE 17a	23a

## 2.7 Planos de la infraestructura de la red de agua potable

La JCAS proporcionó planos de la red de agua potable, del Pozo 3 y de la red de alcantarillado. El plano de la red de agua potable describe infraestructura existente y de proyecto, ver Ilustración 10, sin embargo no contiene la totalidad de la red de la localidad, además que no se considera actualizado pues data de hace 16 años.

El plano del Pozo 3 es del 2017 y describe la tubería de conducción que va al tanque 1 (ver Ilustración 11), y al tanque 2 se señala el trazo de la tubería pero no sus características. De acuerdo con la JRAS, al Pozo 3 actualmente solamente le faltan las instalaciones para la energía eléctrica, para poder ser operado.

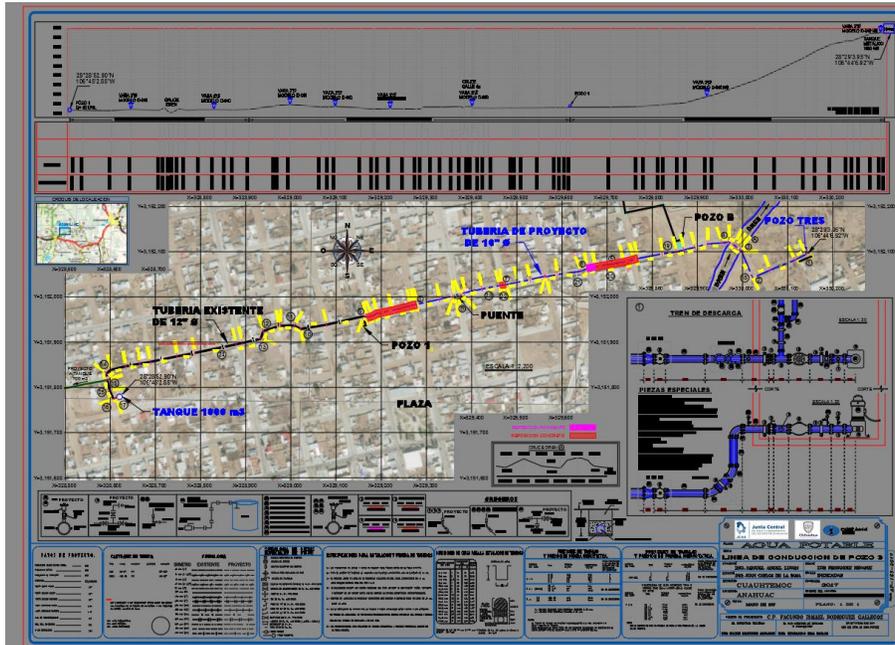
La JRAS Anáhuac, proporcionó un plano de agua potable del 2005, con logotipo de la JCAS, pero no presenta la red de toda la localidad. Ver Ilustración 12.



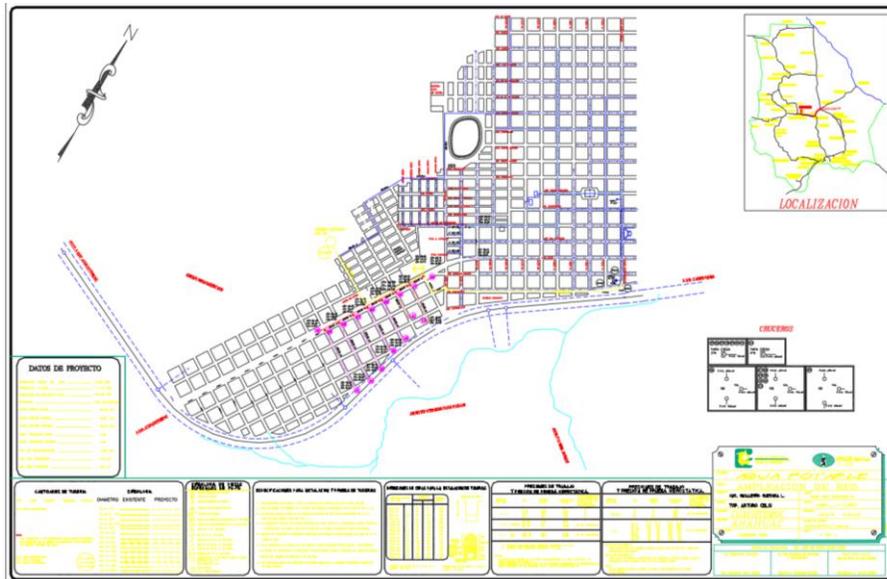
**Ilustración 10. Plano de la red de agua potable (existente y proyecto), JMÁS Cuauhtémoc 2003.**

La JRAS de Anáhuac no cuenta con planos actualizados de la red de distribución de agua potable. Por lo anterior, no hay certeza en los diámetros, materiales, longitudes y edades de las tuberías. Con base en los recorridos de campo, el jefe de operación demostró conocer la red de distribución de agua potable, el problema radica en que dicho conocimiento de la infraestructura no está plasmado en un documento o planos. Por tanto, se procedió a realizar el levantamiento topográfico y levantamiento físico de las cajas de válvulas, lo cual se describe en el apartado correspondiente. El plano de la red de agua potable se construyó con base en

los trabajos de campo, planos existentes incompletos, el cual fue revisado y complementado por el jefe de operación de la JRAS Anáhuac. En cuanto al estado físico de la red, con el conocimiento del Jefe de operación, en la Ilustración 22 se indican las edades de la red por zonas.



**Ilustración 11. Plano de proyecto del Pozo 3, JCAS 2008.**



**Ilustración 12. Plano de la red de agua potable, JCAS 2005.**

## 2.8 Padrón de Usuarios

La JRAS Anáhuac proporcionó el padrón de usuarios de la localidad de Anáhuac, en archivos de Excel. El padrón cuenta con **4108** usuarios. La información que contiene es la siguiente:

- Número de cuenta
- Nombre del usuario
- Domicilio
- Número de medidor
- Ruta
- Secuencia
- Tipo de usuario

## 2.9 Registros de volúmenes de agua suministrado y consumido

El sistema de agua potable de Anáhuac cuenta con dos pozos para el abastecimiento del agua, los cuales cuentan con sistemas de medición y telemetría. La JRAS proporcionó las bitácoras resumen de los volúmenes extraídos de los pozos, de los años 2015 al 2018. En la Tabla 2 se muestra la bitácora del 2018. Esta información será útil para el cálculo del balance de agua. Así mismo, la JRAS proporcionó los registros de los gastos de los pozos y niveles de los tanques del 2018, estos registros serán corroborados con la medición que se realizará en los pozos con medidores portátiles.

**Tabla 2 Bitácora de volúmenes extraídos de los pozos No. 1 y 2.**

2018	LECTURAS	LECTURAS	VOL. EXTRAIDO	VOL. EXTRAIDO	VOL. TOTAL
MES	POZO NUM. 1	POZO NUM. 2	POZO NUM. 1	POZO NUM. 2	AMBOS POZOS
ENERO	2896314	1565322	65605	33791	99396
FEBRERO	2958765	1595950	62451	30628	93079
MARZO	3026716	1631426	67951	35476	103427
ABRIL	3088568	1667561	61852	36135	97987
MAYO	3152884	1708875	64316	41314	105630
JUNIO	3218612	1748570	65728	39695	105423
JULIO	3280160	1787006	61548	38436	99984
AGOSTO	3340536	1824263	60376	37257	97633
SEPTIEMBRE	3397983	1863143	57447	38880	96327
OCTUBRE	3455260	1901576	57277	38433	95710
NOVIEMBRE	3511948	1941114	56688	39538	96226
DICIEMBRE	3569994	1979195	58046	38081	96127

## 2.10 Consumo de agua

En cuanto a los volúmenes de consumo, la JRAS proporcionó las lecturas de los usuarios del 2011 al 2018. Como ejemplo se muestra en la Tabla 3 una parte de la información.

**Tabla 3 Consumos.**

clav_us	mednume_us	peri_le	lant_le	lact_le	consumo
40530001	41252838	201101	85	85	0
40530001	41252838	201102	85	85	0
40530001	41252838	201103	85	85	0
40530001	41252838	201104	85	85	0
40530001	41252838	201105	85	87	2
40530001	41252838	201106	87	89	2
40530001	41252838	201107	89	92	3
40530001	41252838	201108	92	95	3
40530001	41252838	201109	95	96	1
40530001	41252838	201110	96	96	0
40530001	41252838	201111	96	96	0
40530001	41252838	201112	96	101	5
40530001	41252838	201201	101	104	3
40530001	41252838	201202	104	107	3
40530001	41252838	201203	107	113	6
40530001	41252838	201204	113	118	5
...	...	...	...	...	...

## 2.11 Venta de agua en metros cúbicos

La JRAS Anáhuac no cuenta con pipas para la venta de agua. Los usuarios que requieren comprar agua en m<sup>3</sup>, llevan sus propios contenedores, los cuales son llenados en el pozo 1 mediante una manguera. La Junta tiene una cuenta especial en el sistema para llevar a cabo la venta, además llevan el registro para control de las ventas, en el que se indica la fecha, el folio de un recibo que se le proporciona al usuario, la lectura anterior y la lectura actual, y los m<sup>3</sup> cargados. En la Ilustración 13 se muestra una parte del registro de la venta de agua en m<sup>3</sup>. Esta información se utilizará en el balance de agua.

BITACORA DE LLENADO DE TANQUES DE AGUA			
FECHA	FOLIO Y M3 CARGADOS	LECTURA ANTERIOR	LECTURA ACTUAL
02/Abril/18 Onuv	008 02 m <sup>3</sup>	7607	7609
02/Abril/18 Onuv	009 04 m <sup>3</sup>	7609	7613
03/Abril/18	528 1/2 m <sup>3</sup>	7613	7613.5
03/Abril/18	529 01 m <sup>3</sup>	7613.5	7614.5
04/Abril/18	530 1/2 m <sup>3</sup>	7614.5	7615
04/Abril/18	531 03 m <sup>3</sup>	7615	7618
04/Abril/18	532 03 m <sup>3</sup>	7618	7621
04/Abril/18	533 02 m <sup>3</sup>	7621	7623
04/Abril/18	534 01 m <sup>3</sup>	7623	7624
04/Abril/18	535 800 lbs.	7624	7625
04/Abril/18	536 01 m <sup>3</sup>	7625	7626
05/Abril/18	537 03 m <sup>3</sup>	7626	7629
			7630

**Ilustración 13. Registro de venta en m<sup>3</sup>.**

## 2.12 Programa de Indicadores de Gestión 2018

La JRAS Anáhuac proporcionó el Programa de Indicadores de Gestión del año 2018, en el cual se presenta información mensual de los Ingresos, Egresos, Resultado del ejercicio, Energía eléctrica de operación, Volumen de agua facturado den m<sup>3</sup>, Volumen de agua cobrado en m<sup>3</sup>, Total de conexiones de agua, Análisis del rezago, Coberturas de servicios y Recursos Humanos. Esta información fue utilizada en el Diagnostico principalmente.

## 2.13 Reporte de fugas

La JRAS Anáhuac proporcionó un resumen de fugas registradas en 2017 y 2018, ordenadas por sector y mes.

FUGAS EN CALLE									
2017									
MES	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCTUBRE	NOV.	DICIEMBRE	SUMA	
SECTOR	CANTIDAD								
1	0	0	2	7	3	1	1	14	
2	2	2	7	11	7	6	2	37	
3	0	0	2	3	5	0	1	11	
4	2	0	2	3	10	6	2	25	
5	0	0	0	2	3	1	0	6	
6	1	0	1	3	3	1	0	9	

2018													
MES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	ANUAL
SECTOR	CANTIDAD												SUMA
1	1	3	2	3	8	10	6	14	7	4	9	1	68
2	2	1	6	8	11	12	13	14	18	15	7	8	115
3	2	1	1	2	5	8	2	11	5	12	3	2	54
4	1	0	3	6	11	11	4	7	9	7	4	1	64
5	0	5	13	1	0	3	0	3	2	3	1	0	31
6	1	0	0	0	5	1	2	2	4	2	1	2	20

### 3. DIAGNÓSTICO

#### 3.1 Identificación de pérdidas

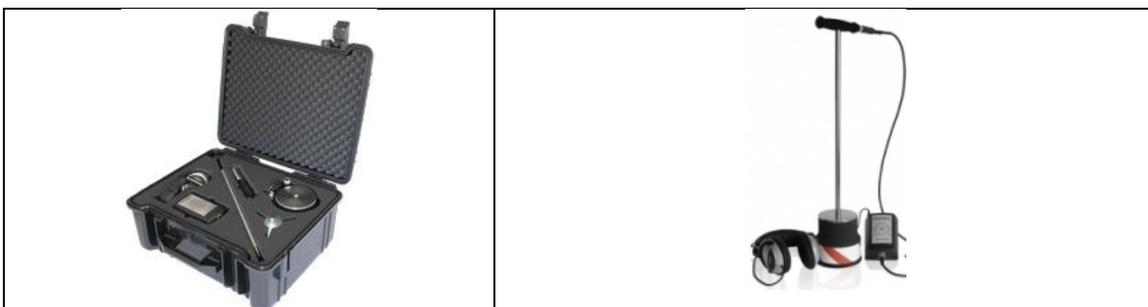
El volumen de agua perdida depende en gran medida de la presión que hay en la red de distribución, la frecuencia de la ocurrencia de las fugas, los tiempos de la atención de los reportes de fugas, el tiempo en que la fuga es detectada, el tiempo en descubrirla, el tiempo en que es reparada, el nivel de las fugas (orificio, rajadura, corte, etc.); además, existen fugas pequeñas que no se pueden detectar fácilmente.

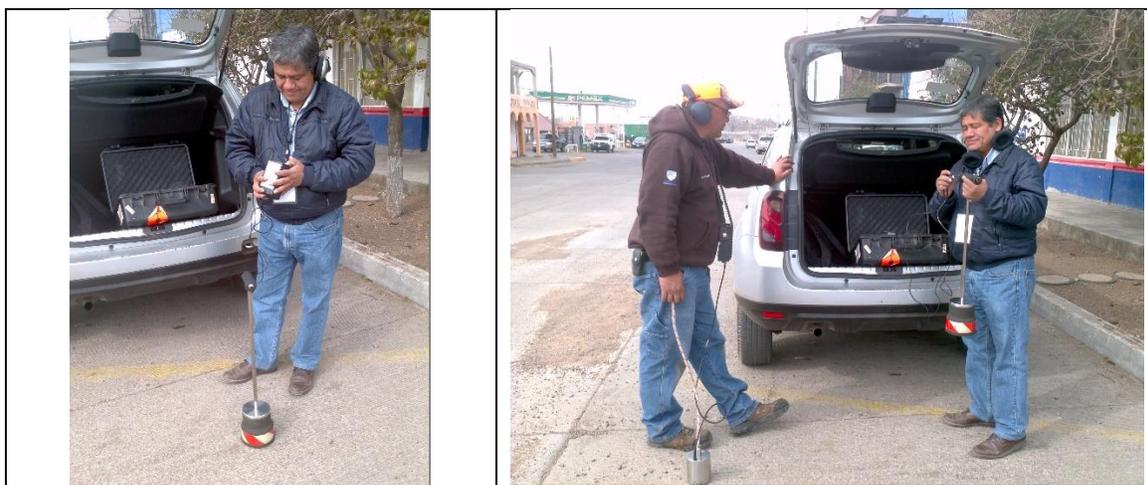
El volumen de agua por pérdidas físicas varía de un sistema de abastecimiento a otro, entre países o regiones del mismo país, sus características siempre serán muy diferentes. Por esta razón, es fundamental identificar los componentes de las pérdidas de agua de cada uno de los sitios donde ocurren, con el propósito de crear una estrategia adecuada para realizar los aforos y estimaciones del gasto de la fuga, de esta manera los resultados son más cercanos a la realidad de operación del sistema.

##### 3.1.1 Búsqueda de fugas no visibles

#### Equipo utilizado

Para esta actividad se utilizará un equipo de detección electroacústica AQUASCOPE 3. Según el manual de estos equipos, es un detector de fugas de buen rendimiento para localizarlas en redes principales, primarias y secundarias. El micrófono acústico en este detector de fugas amplifica la vibración mecánica que se genera cuando el agua en una red de distribución presurizada sale de las paredes de la tubería. Con una varilla electrónica acústica, imán, y micrófono de suelos, se puede lograr la detección de la fuga de agua bajo el asfalto, en terreno suave, bajo pavimento o concreto. En la Ilustración 14, se muestra el Kit del Equipo de Detección de Fugas utilizado por el IMTA. Asimismo, el Área Técnica de Operación de la Junta Rural de Agua y Saneamiento (JRAS) de la localidad de Anáhuac, dispone de un equipo de detección de fugas con los mismos principios de funcionamiento y operación.





**Ilustración 14 Equipos de detección de fugas electro acústicos del JRAS e IMTA.**

### **Generalidades de la reunión de trabajo en instalaciones de la JRAS de Anáhuac**

Para realizar la actividad de búsqueda de fugas no visibles en tuberías primarias y secundarias de la red de agua potable de la Colonia de Anáhuac del municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua; como primera estancia se tuvo una reunión de trabajo en las instalaciones de Junta Rural de Agua y Saneamiento (JRAS) de Anáhuac, con el responsable del Área Técnica de Operación de la red de distribución, Él Técnico Milton Báez, con más de veinte años de experiencia en operar el sistema de agua potable, conoce ampliamente el estado físico que guardan las tuberías de asbesto cemento y PVC, las presiones que se presentan en diferentes zonas de la localidad, los sectores con mayor incidencia de fugas en tuberías, la operación del sistema de telemetría pozos - tanques para el abastecimiento a toda la localidad de Anáhuac y como es un red distribución presurizada con altas presiones, estima algunos sitios posibles para instalar válvulas reguladoras de presión y posiblemente de gasto.

De acuerdo con el panorama de cómo está operando el sistema de agua potable de la JRAS de la localidad de Anáhuac, se desarrollan a continuación los puntos de la metodología para ubicar las zonas críticas probables de incidencia de fugas no visibles, se trabajó en el plano de planimetría de la ciudad en gabinete para posteriormente realizar recorridos de campo, levantamiento de presiones entre otras actividades, con el apoyo del Técnico del Área Operativa del sistema de agua potable.

### **Delimitación de las áreas de influencia por fuente de abastecimiento**

En la localidad de Anáhuac, Chihuahua, cuentan con servicio de agua potable extraída de pozos, incorporados al sistema de distribución de al JRAS, ésta se abastece de 2 pozos en operación ubicados en el centro de la localidad. El servicio de abastecimiento es de 24 horas en toda la red, no hay tandeos, es continuo y con una presión mínima de 20 m.c.a a 40 m.c.a., más adelante se indicaran los resultados del levantamiento de presiones en las calles donde existe una mayor presencia de reparación de fugas.

El pozo # 1 (Ilustración 15), abastece directamente a un tanque metálico y por gravedad distribuye a ciertos sectores. El caudal sobrante retorna al tanque de distribución. El sistema de telemetría opera de la siguiente manera: una vez que llega a cierto tirante hidráulico en el tanque metálico #1, como al 90% de su capacidad total: 1000 m<sup>3</sup>, el sistema de bombeo se apaga e inicia la distribución por gravedad, cuando el tirante hidráulico baja a menos de medio tanque, se activa automáticamente el sistema de bombeo, pero el tanque sigue enviando caudal a la red de distribución. Antes operaba un tanque de mampostería, está fuera de servicio, se sustituyó por un tanque metálico, actualmente en operación (Ilustración 16).



**Ilustración 15 Pozo # 1 de un gasto de extracción de 24 l/s.**



**Ilustración 16 Tanque de mampostería fuera de servicio. El metálico de 1000 m<sup>3</sup> operando.**

El pozo # 2 (Ilustración 17), abastece directamente a la red de distribución, una vez presurizada, el caudal sobrante se envía a un tanque metálico y por gravedad distribuye a ciertos sectores. En este caso el sistema de telemetría opera de la siguiente manera: una vez que llega a cierto tirante hidráulico en el tanque metálico, como al 90% de su capacidad total: 700 m<sup>3</sup>, el sistema de bombeo se apaga e inicia la distribución por gravedad, cuando el tirante hidráulico baja a menos de medio tanque, se activa automáticamente el sistema de bombeo, pero el tanque sigue enviando caudal a la red de distribución. De esta manera opera el pozo #2,

distribuye a red y el excedente se va al tanque metálico #2, se inicia distribución por gravedad, baja caudal en el tanque a la condición mínima y vuelve arrancar el sistema de bombeo. (Ilustración 18).

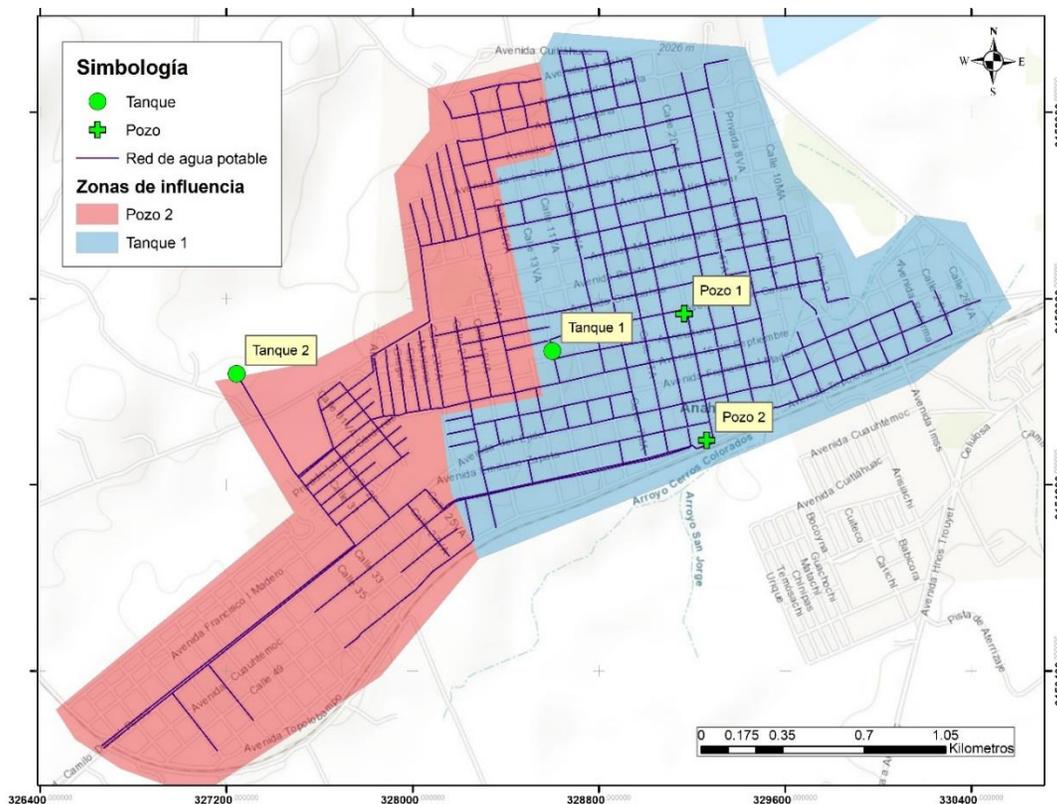


**Ilustración 17 Pozo # 2 de un gasto de extracción de 28 l/s.**



**Ilustración 18 Tanque metálico #2 en operación de una capacidad de 700 m<sup>3</sup>.**

En la Ilustración 19, se muestra la planimetría de la localidad de Anáhuac, con su respectiva delimitación de Área de influencia por fuente de abastecimiento. El Tanque #1 se abastece del pozo #1 y el Tanque #2 se abastece del pozo #2.



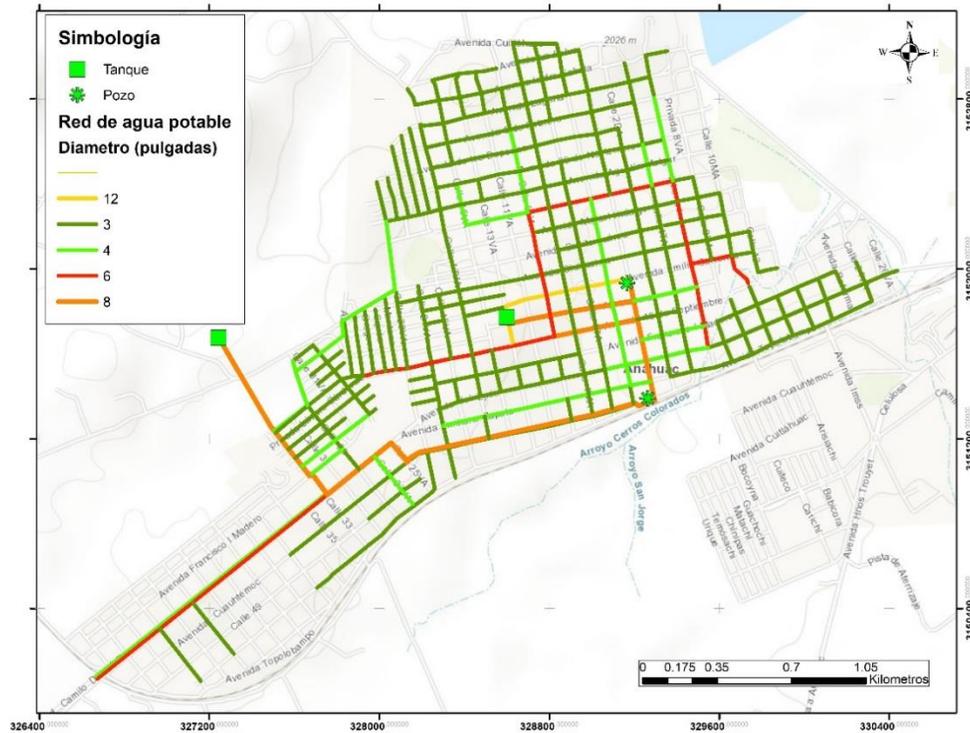
**Ilustración 19 Áreas de influencia por tipo de abastecimiento.**

### Planos descriptivos de la red de distribución

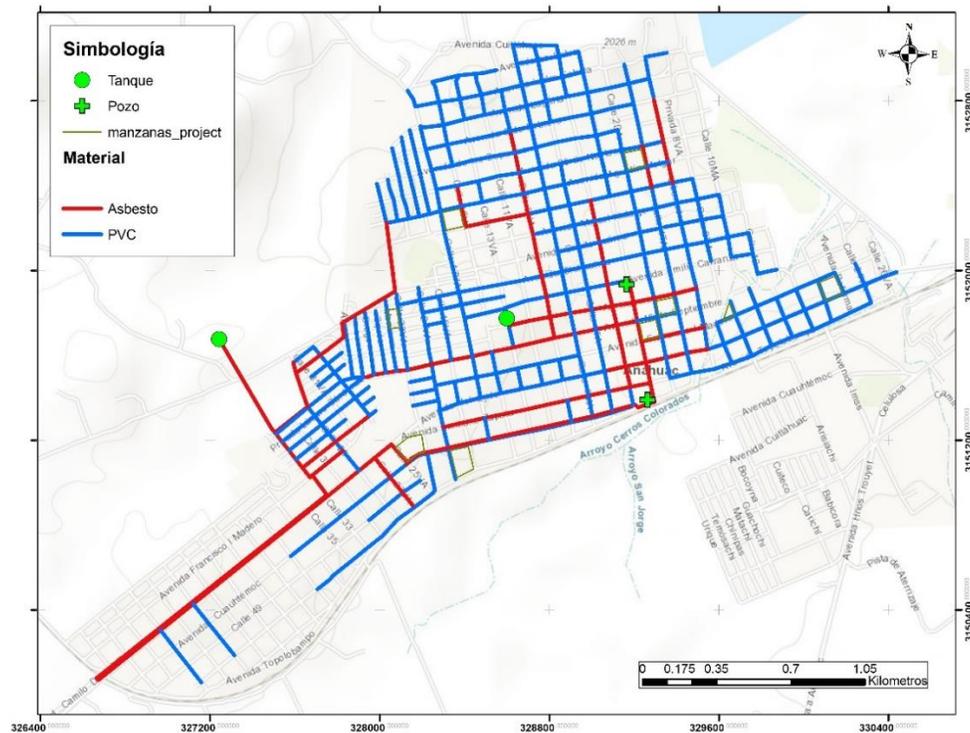
Con respecto al plano de la red de distribución, dentro de los alcances del proyecto, será actualizado. En este caso para la detección de fugas no visibles, es necesario identificar las tuberías por tipo de material ya que algunos materiales no son buenos transmisores de frecuencias. Por ejemplo las tuberías de material de hierro, cobre o acero, transmiten sonidos de frecuencia más alta que las tuberías constituidas por materiales como el PVC o el asbesto cemento.

Y conocer el diámetro de las tuberías existentes es importante, porque cuando las tuberías son de un diámetro grande, aun siendo de PVC o Asbesto cemento o hierro, transmiten menos los sonidos originados por las fugas y envían sonidos de una frecuencia menor que las tuberías de diámetro pequeño.

Para fines del estudio, el responsable Técnico de Operación nos dio indicaciones de las tuberías existentes en operación y tipo de material, se estima que un 70% de tubería es de material asbesto cemento y el resto en PVC. Ver Ilustración 20 y la Ilustración 21.



**Ilustración 20 Red de distribución y diámetros de tubería.**

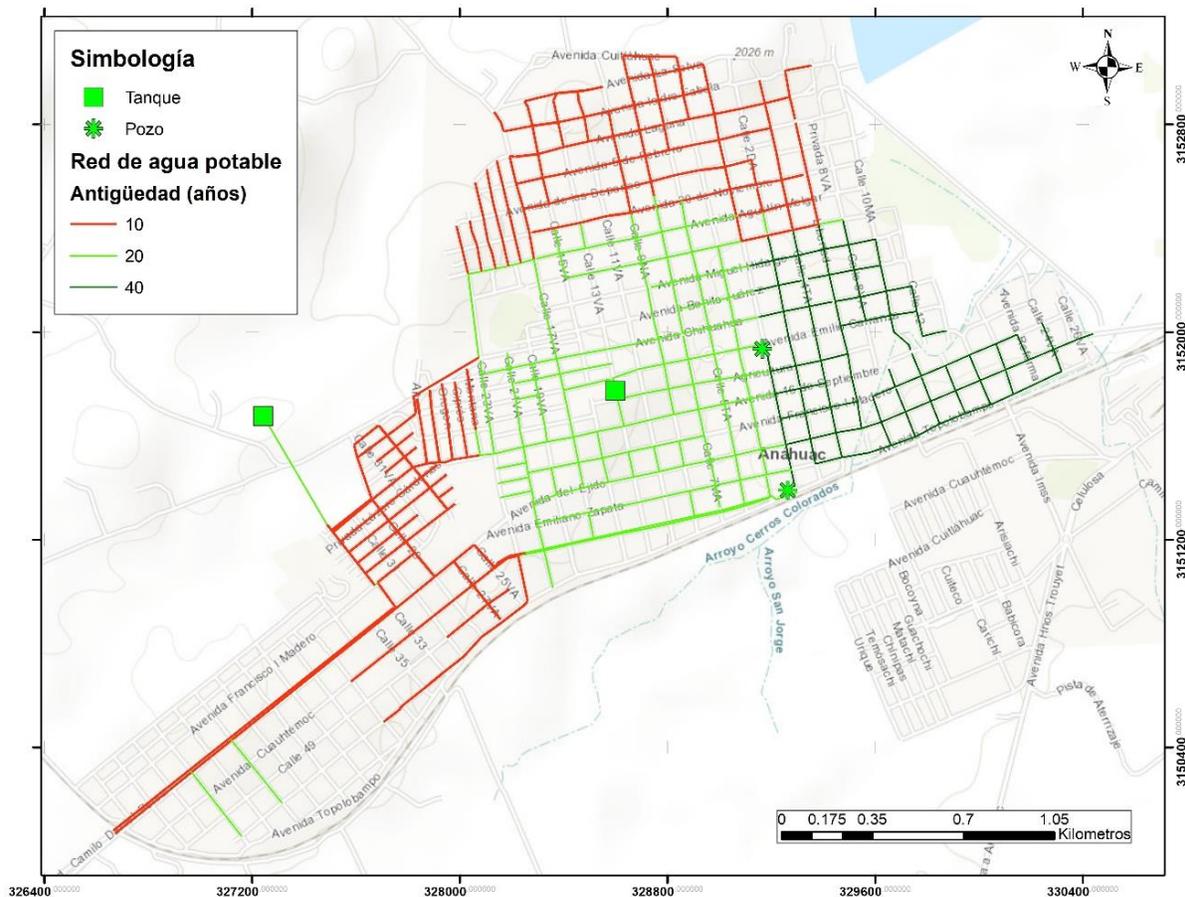


**Ilustración 21 Red de distribución y tuberías por tipo de material.**

## Delimitación de las áreas de influencia por antigüedad de las tuberías

El responsable de Operación del sistema de agua potable, delimitó en un plano de la localidad Anáhuac de manera estimada los años de antigüedad de la red, que van desde los 40 los 10 años, ver Ilustración 22.

El área de influencia de los 40 años es la menor, es donde se presenta la mayor incidencia de fugas, le sigue el área de influencia de los 20 años, siendo la mediana, y por último el área de influencia de los 10 años es la más grande. Las fugas que se mencionan son de red de distribución, en líneas primarias y secundarias, en tuberías de asbesto cemento y PVC.



**Ilustración 22 Localidad de Anáhuac con área de influencia por antigüedad de la red.**

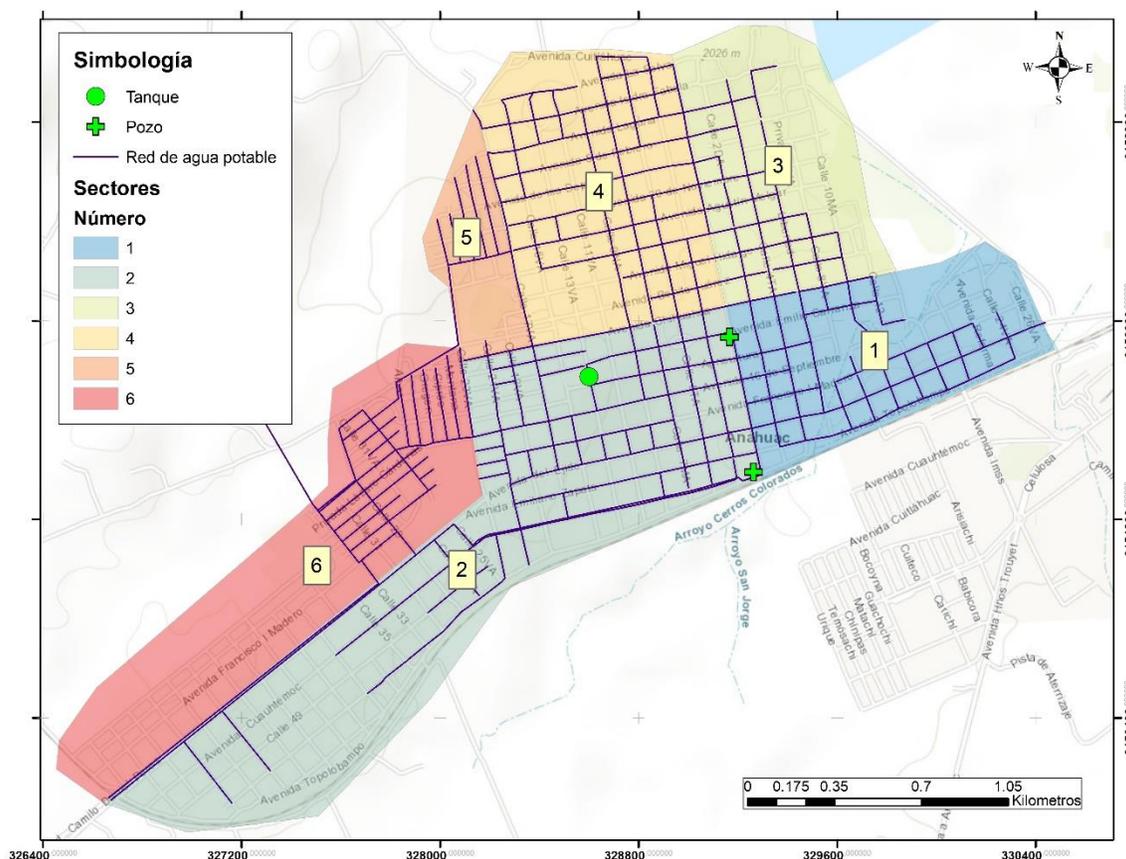
## Sectores del área comercial

El Departamento del Área Comercial dispone de una sectorización solamente para operar las rutas de lectura, entrega de recibos, facturación, entre otras actividades correspondientes al Área Comercial.

Por lo tanto, la sectorización existente no aplica para la operación del servicio de agua potable, la red de distribución no está delimitada, toda está interconectada y presurizada con altas presiones.

Que indicar, que para fines de la actividad “Búsqueda de fugas no visibles con equipos electro acústicos”, se utilizara esta sectorización para ubicar la incidencia estadística de fugas reparadas en tuberías.

En la Ilustración 23 se muestra la planimetría de la localidad de Anáhuac, con las delimitaciones de cada sector que maneja el Área Comercial.



**Ilustración 23 Planimetría de la localidad de Anáhuac sectorizada por el Área Comercial.**

### **Estadística de fugas reparadas en tuberías primarias y secundarias**

El organismo operador proporcionó estadísticas de fugas reportadas y reparadas de la red de distribución, de líneas primarias y secundarias; de 2017 se recibieron estadísticas de siete meses y de todo el periodo de 2018. Las reparaciones se han realizado en tuberías principalmente de asbesto cemento, y en un menor número en tuberías de PVC.

En la Tabla 4 y Tabla 5 se muestra un concentrado de las fugas por mes de cada año y por sector, donde puede observar que los sectores 1, 2, 3, y 4 son los más críticos, con mayor incidencia de fuga. Son sectores que se ubican por la zona centro y son los más antiguos de la localidad de Anáhuac, Chihuahua.

**Tabla 4 Estadística de fugas de 2017 de Anáhuac, Chihuahua.**

ESTADÍSTICA DE FUGAS DE SIETE MESES DE 2017 DE ANÁHUAC, CHIH.								
SECTOR	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL DE FUGAS POR SECTOR
1	0	0	2	7	3	1	1	14
2	2	0	7	11	7	6	2	35
3	0	0	2	3	5	0	1	11
4	2	0	2	3	10	6	2	25
5	0	0	0	2	3	1	0	6
6	1	0	1	3	3	1	0	9
<b>TOTAL DE FUGAS POR MES</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>100</b>

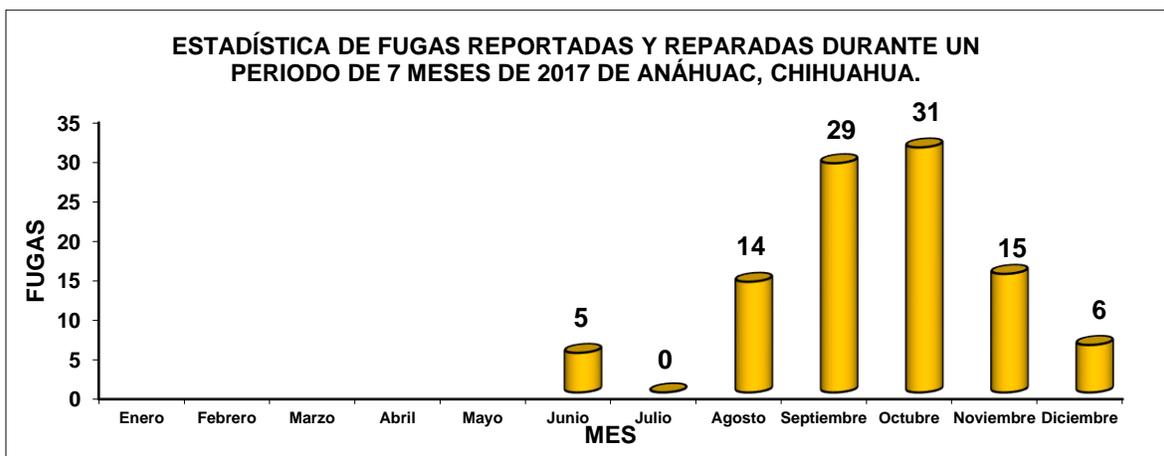
**Tabla 5 Estadística de fugas de 2018 de Anáhuac, Chihuahua.**

ESTADÍSTICA DE FUGAS DEL PERIODO 2018 DE ANÁHUAC, CHIH.													
SECTOR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL DE FUGAS POR SECTOR
1	1	3	2	3	8	10	6	14	7	4	9	1	68
2	2	1	6	8	11	12	13	14	18	15	7	8	115
3	2	1	1	2	5	8	2	11	5	12	3	2	54
4	1	0	3	6	11	11	4	7	9	7	4	1	64
5	0	5	13	1	0	3	0	3	2	3	1	0	31
6	1	0	0	0	5	1	2	2	4	2	1	2	20
<b>TOTAL DE FUGAS POR MES</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>45</b>	<b>27</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	<b>43</b>	<b>25</b>	<b>14</b>	<b>352</b>

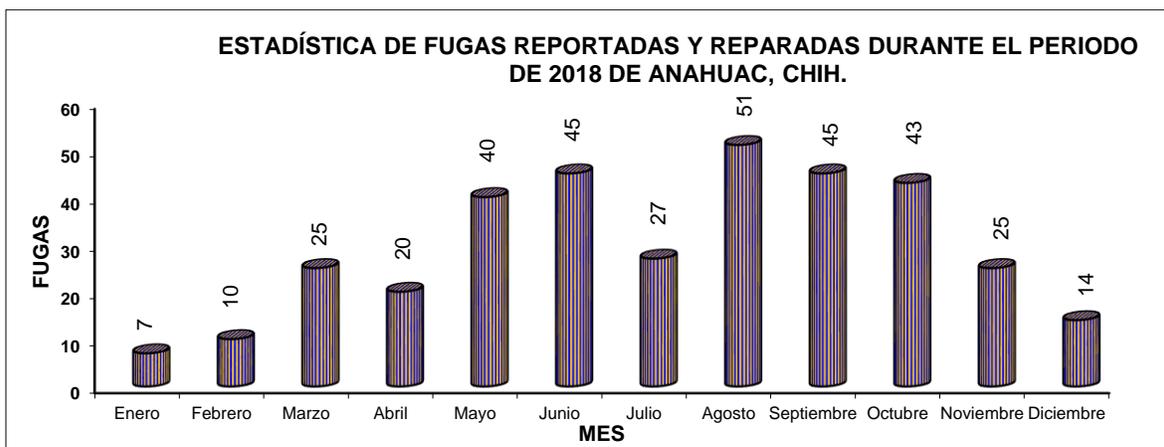
En la Ilustración 24 e Ilustración 25, se muestra el número de fugas que se registraron por mes, de los años 2017 y 2018.

En el 2017, los meses de septiembre y octubre fueron los dos meses de mayor incidencia de fugas, mientras que en 2018 se observa un incremento continuo en cada mes hasta

presentarse el mes crítico siendo agosto y vuelven a disminuir hasta diciembre, pero el número de fugas sigue siendo representativo.



**Ilustración 24 Estadística de fugas a nivel mensual de 2017.**



**Ilustración 25 Estadística de fugas a nivel mensual de 2018**

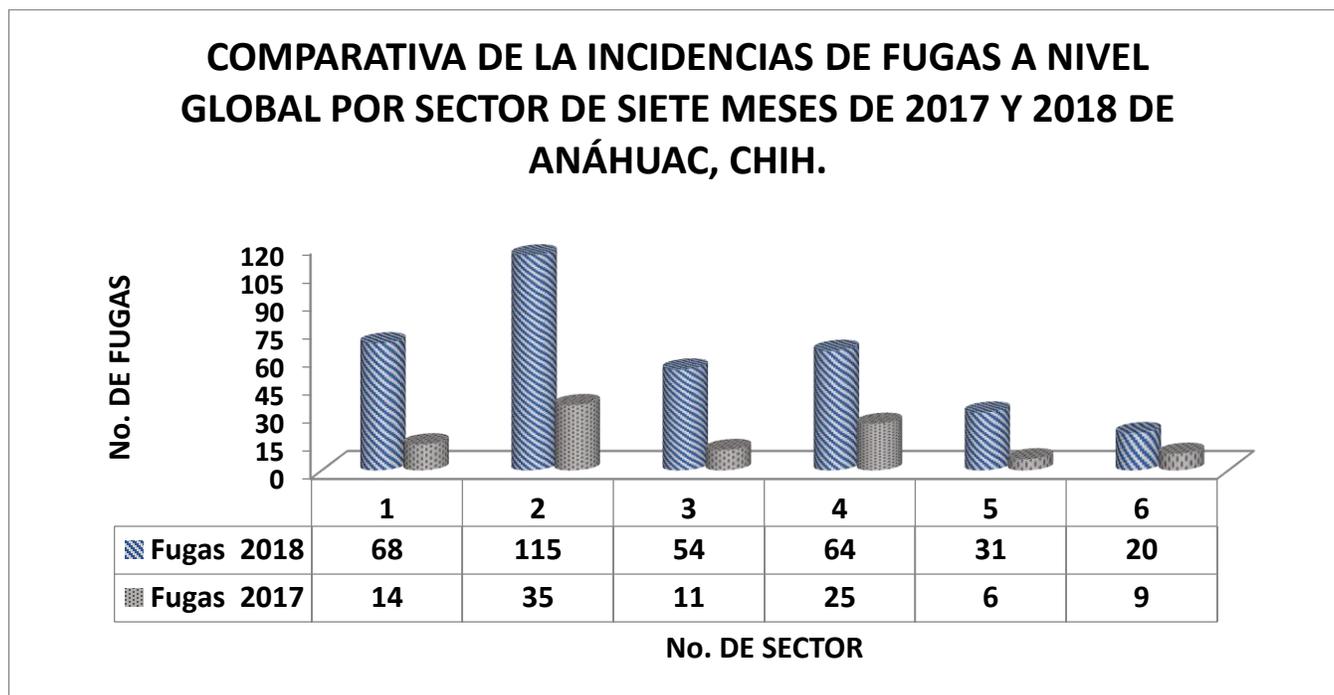
En la Tabla 6, se muestra una comparativa de la incidencia de fugas por sector según los establecidos el Área Comercial.

Para hacer la comparativa, se consideró el número de meses de ambos años: 2017 y 2018, y se observa que la presencia de fugas va en incremento en ambos casos.

**Tabla 6 No. de fugas de 2017 y 2018 por sector.**

<b>COMPARATIVA DEL No. TOTAL DE FUGAS POR SECTOR DE SIETE MESES DE LOS AÑOS 2017 Y 2018 DE ANÁHUAC, CHIH.</b>						
SECTOR	Fugas 2018	EN (%)	Fugas 2017	EN (%)	Fugas Totales	EN (%)
1	68	19.32%	14	14.00%	82	18.14%
2	<b>115</b>	<b>32.67%</b>	<b>35</b>	<b>35.00%</b>	150	<b>33.19%</b>
3	54	15.34%	11	11.00%	65	14.38%
4	64	18.18%	25	25.00%	89	19.69%
5	31	8.81%	6	6.00%	37	8.19%
6	20	5.68%	9	9.00%	29	6.42%
<b>No. TOTAL DE FUGAS EN TOMAS ANUALES</b>	<b>352</b>	<b>100.00%</b>	<b>100</b>	<b>100.00%</b>	<b>452</b>	<b>100.00%</b>

En las Ilustración 26, se muestra la comparativa de incidencia de fugas en red por sector, donde se observa que los sectores 1, 2, y 3, son los más críticos, el sector 2 es el de mayor impacto. Se la tendencia en el 2018.

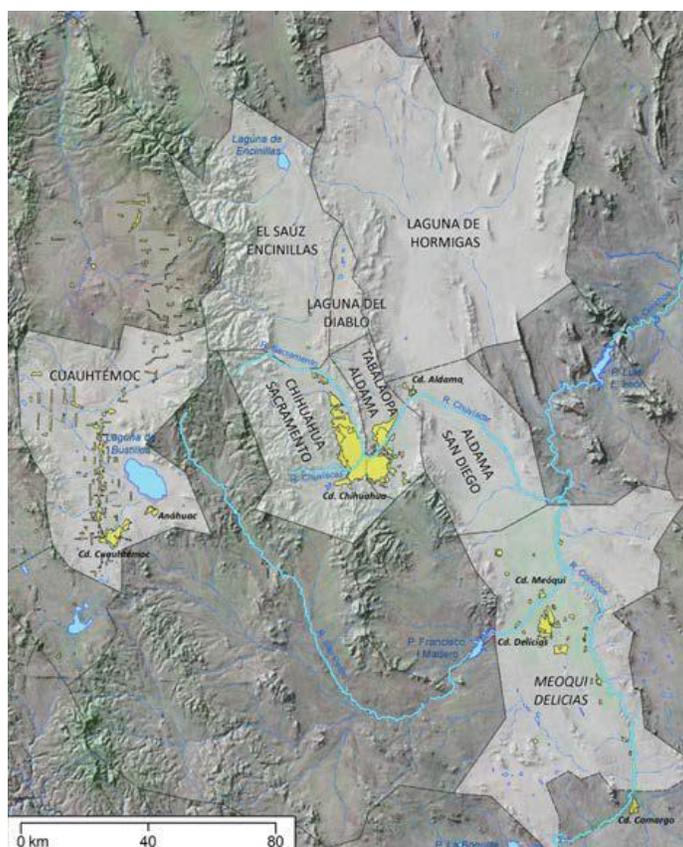


**Ilustración 26 Comparación de incidencia de fugas en red por sector de 2017 y 2018.**

### Tipo de falla en las tuberías por fugas y recorridos en calles o avenidas

El Técnico como jefe responsable de la operación del sistema, sus comentarios con respecto a la incidencia de fugas se ocasionan principalmente por altas presiones, no por envejecimiento o que las tuberías presenten problemas de incrustación.

Con respecto a la calidad del agua, los acuíferos Cuauhtémoc y Meoqui-Delicias (Ilustración 27), cuenca donde se ubica la localidad de Anáhuac, presenta problemas de nitratos y arsénico son los contaminantes detectados en estos acuíferos (Espino et al., 2007; Espino-Valdés et al., 2009; Orozco-Corral y Valverde-Flores, 2012).



**Ilustración 27 Delimitación de los ocho acuíferos de la parte central del Edo. Chih. (Autores: Mérida Gutiérrez, Víctor M. Reyes-Gómez, María Teresa Alarcón-Herrera Y Daniel Núñez-López: *Acuíferos en Chihuahua: estudios sobre sustentabilidad*)**

A pesar de los problemas de calidad del agua que presenta el acuífero, no ha ocasionado problemas de incrustación en las tuberías, de acuerdo con las reparaciones no se aprecian sedimentos depositados en el interior del tubo. Así mismo, el espesor del tubo se observa con material sano, resistente.

Por lo tanto, según los pedazos de tubos proporcionados por el Técnico de operación del sistema de agua de reparaciones de fugas, y lo que comenta, los tubos presentar una fisura longitudinal de 0.5, 1, 2 o 3 metros, este tipo de falla se debe a debidas altas presiones o maniobras no habituales están asociadas a las roturas longitudinales; ver Ilustración 28.

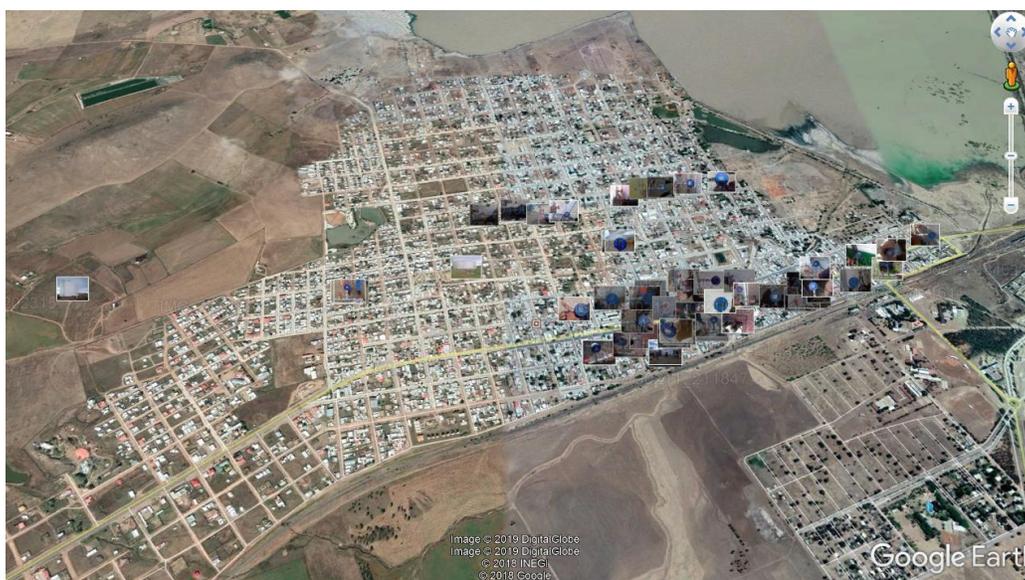


**Ilustración 28 Tubos con fisura longitudinal ocasionando fugas de agua y espesor sano.**

Así mismo, se recorrieron las calles o avenidas principales, donde se han presentado el mayor número de fugas y reparadas en líneas primarias y secundarias:

**Calle Benito Juárez.-** desde la 9ª a la Calle Francisco J. Mina. **Av. Francisco y Madero.-** desde la Calle 7ª a la Calla Francisco Javier Mina. **Av. Del Ejido.-** desde la Calle 3ª a la Calle Reforma. **Av. Emiliano Zapata.-** desde la Calle 7ª a la Calle 26ª. **Calle Francisco J. Mina.-** Entre Av. Del Ejido a la Av. Emiliano Zapata. **Calle Primero de Mayo.-** Entre Av. Del Ejido a la Av. Emiliano Zapata.

En la Ilustración 29 e Ilustración 30, se muestran los recorridos en campo en calles y avenidas con mayor incidencia de fugas en tuberías.



**Ilustración 29** Recorridos de campo en Calles y Av. con mayor No. de fugas en tuberías.



**Ilustración 30** Ubicación de las Calles o Av. Recorridas con alta incidencia de fugas.

En la Ilustración 31, se muestra la Calle Francisco J. Mina, los sitios reparados por fugas en tuberías, en este tramo se han presentado 3 fugas. En tubería de Asbesto Cemento.



**Ilustración 31 Calle Francisco J. Mina con 3 sitios de reparación de fugas en tuberías.**

En la Ilustración 32, se muestra la Calle Primero de Mayo, los sitios reparados por fugas en tuberías, en este tramo se han presentado 5 fugas. En tubería de Asbesto Cemento.



**Ilustración 32 Calle Primero de Mayo con 5 sitios de reparación de fugas en tuberías.**

En la Ilustración 33, se muestra la Av. Del Ejido, los sitios reparados por fugas en tuberías, en este tramo se han presentado aproximadamente 50 fugas o más. Se estima que se presentaron en una longitud de 2.5 a 3 km. En tubería de Asbesto Cemento.



**Ilustración 33 Av. Del Ejido con 50 sitios o más de reparación de fugas en tuberías.**

## Levantamiento de presiones puntuales en red de distribución

Como ya tienen identificadas las fuentes de abastecimiento y su área de influencia, la sectorización que maneja el Área Comercial, las áreas de influencia por antigüedad de la red de distribución, la estadística de fugas, las calles o Avenidas con mayor número de reparaciones por fugas en tuberías y ubicación de sectores críticos por mayor incidencia de fugas en tuberías, se procedió a realizar un levantamiento de presiones en las calles o avenidas ya identificadas como las más problemática en la presencia de fugas en tuberías, los resultados se muestran en los siguientes incisos.

### *Límite presiones del agua en redes primarias según CONAGUA*

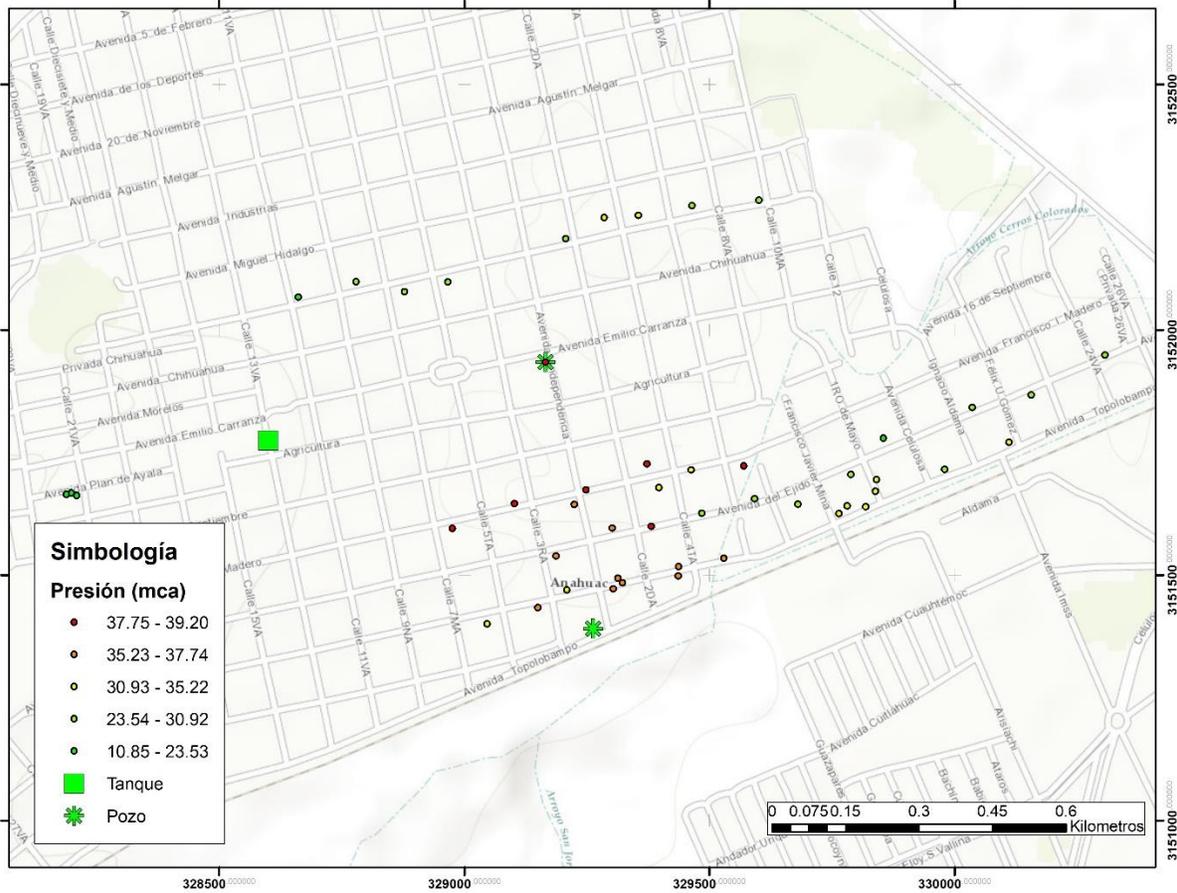
Cabe indicar, que a mayor presión normalmente es mayor la incidencia de fugas y pérdidas de agua. A su vez, la presión de operación frecuentemente es alta en las partes bajas de zonas con fuertes desniveles topográficos. En sus lineamientos de diseño la Comisión Nacional del Agua (Conagua 2007) define los siguientes límites para la presión del agua en las redes primarias:

Presión	Límites
Mínima en zonas urbanas	15 mca
Mínima en zonas rurales o pequeñas urb.	10 mca
Recomendable	Entre 15 y 40 mca
Alta (no recomendable pero admisible)	Entre 40 y 50 mca
Inadmisible	Mayor de 50 mca

De acuerdo con los límites de presión en redes por los comentarios del responsable Técnico de la operación del sistema se registran entre 2.5 kg/cm<sup>2</sup> como mínima y máxima más de 4 kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que las colonias con altas presiones de agua deben de tener prioridad en la sustitución de tuberías y así como en tomas domiciliarias.

### *Medición de presiones puntuales en red donde persisten las fugas en tuberías*

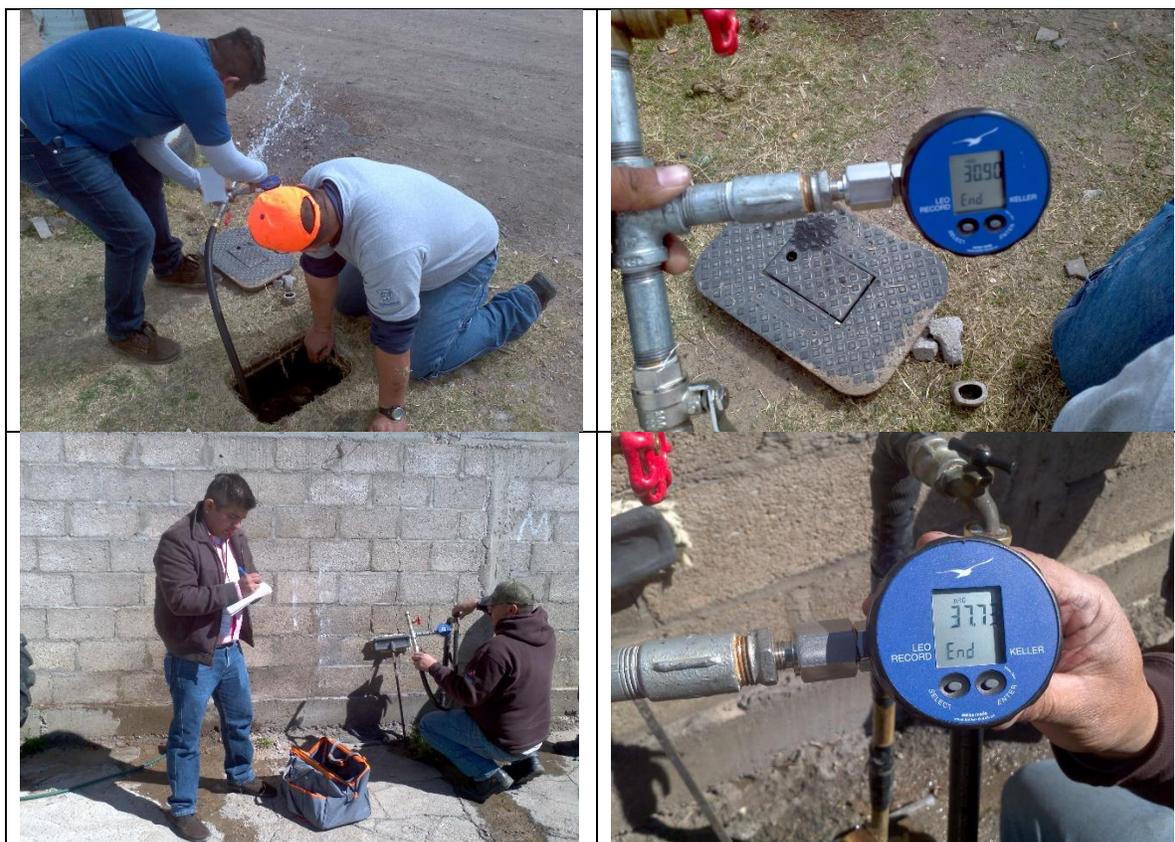
Se realizó un recorrido de medición de presiones puntuales en varios puntos de la red de distribución (Ilustración 34), con el fin de identificar las zonas de baja y alta presión. Estas mediciones se realizaron con manómetro electrónico y con carátula cubierta con glicerina; los manómetros utilizados para esta actividad cubrieron los rangos de presiones que se tienen en la red de distribución. La toma de presiones se llevó a cabo, en el pozo #1, en cajas donde se tienen instalado el micromedidor y en algunos casos en una toma domiciliaria (Ilustración 35y la Ilustración 36).



**Ilustración 34 Levantamiento de presiones en red donde siguen aflorando fugas en tuberías.**

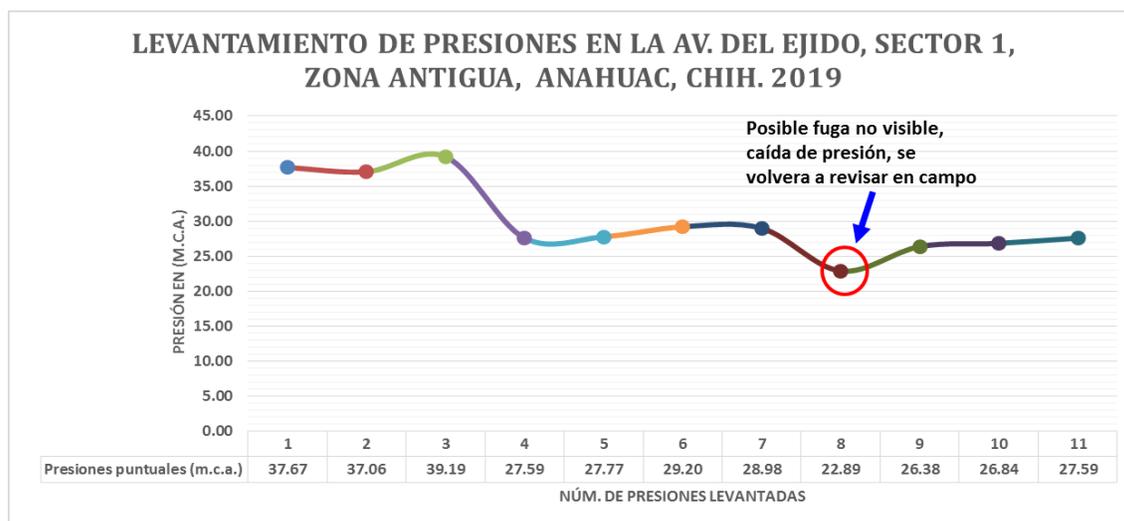


**Ilustración 35 Presión registrada en el pozo #1 con la carga del tanque de distribución.**



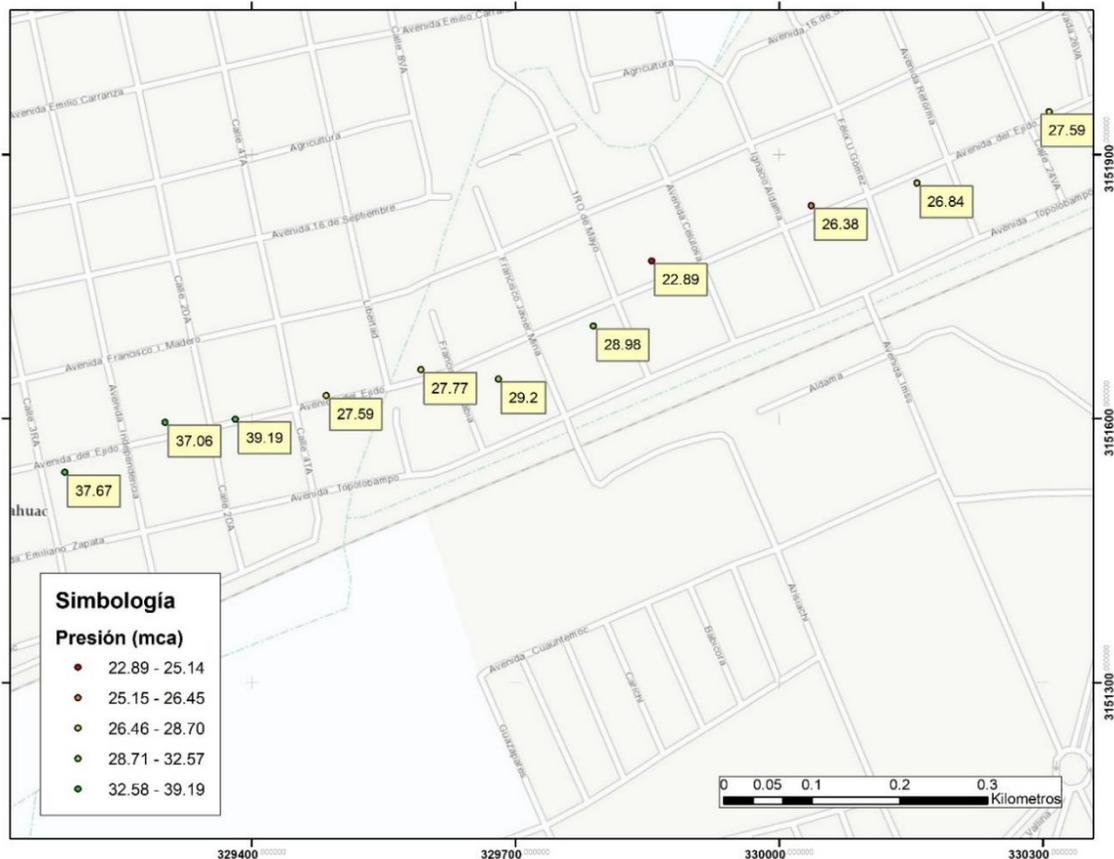
**Ilustración 36** Purgar en registro del medidor o toma domiciliaria para tomar presión.

En la Ilustración 37, se muestra la curva de levantamiento de presiones en campo sobre la Av. Del Ejido, en el domicilio # 8, se presentó una presión baja, posible fuga no visible.



**Ilustración 37** Curva de presiones y tendencia a caída de presión posible fuga no visible.

En la Ilustración 38, se muestra la ubicación de los sitios donde se levantaron las presiones sobre la Av. Del Ejido y entre que calles se localiza el domicilio # 8 (Ilustración 39), que presentó una baja presión, con posibilidades de rastrear un fuga no visible con el equipo de detección de fugas electro - acústico.



**Ilustración 38 Ubicación de las presiones registradas sobre la Ave. Del Ejido.**



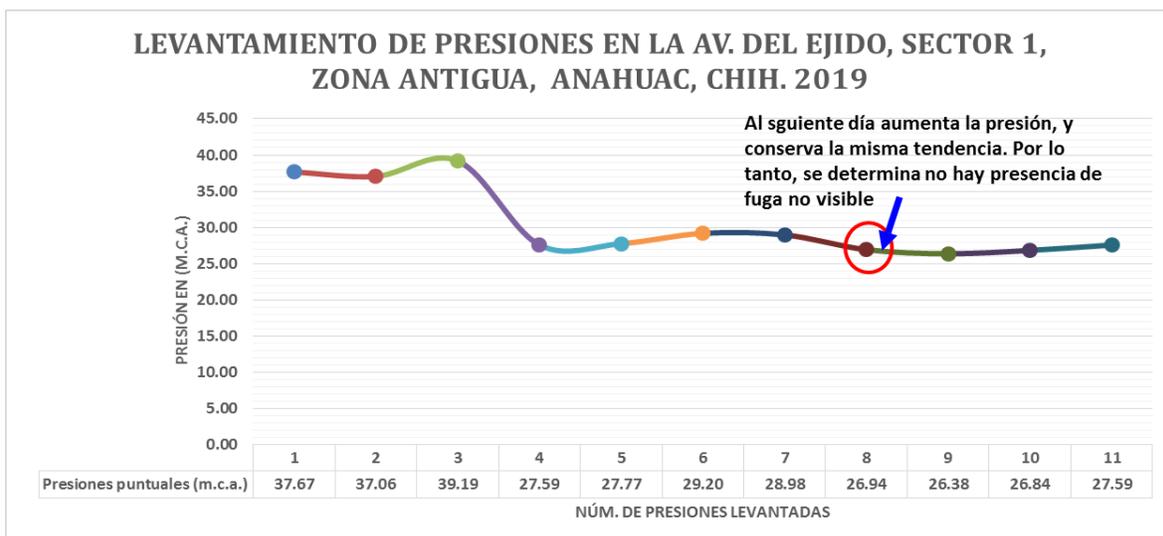
**Ilustración 39 Ubicación del domicilio - presión #8 registrada sobre la Ave. Del Ejido.**

En la Ilustración 40, se muestra la Av. Del Ejido, en la parte baja, zona centro de la localidad de Anáhuac presenta una topografía casi plana, no es tan irregular. Al entrar a la zona centro empieza se presenta una pendiente, zona donde se tomaron presiones arriba de 3 kg/cm<sup>2</sup>, al llegar a zona baja o de planicie las presiones se conservan arriba 2.5 kg/cm<sup>2</sup> y menores de 3 kg/cm<sup>2</sup>.



**Ilustración 40 Av. Del Ejido plana y parte alta en la zona baja de 2.5 kg/cm<sup>2</sup> a 3 kg/cm<sup>2</sup>.**

En la Ilustración 41 se muestra nuevamente la curva de presiones de la misma Av. Del Ejido, al otro día para iniciar la búsqueda de fuga con el equipo de detección de fugas, se volvió a revisar la presión en el domicilio crítico, la presión se incrementó (Ilustración 42) y se conservó muy similar a las ya registradas, se tomó también la presión a un domicilio de enfrente (Ilustración 43), el resultado muy similar. Por lo tanto, se determinó la no existencia de fuga no visible.



**Ilustración 41 Verificación de presiones en sitio crítico donde había posibilidad de fuga.**

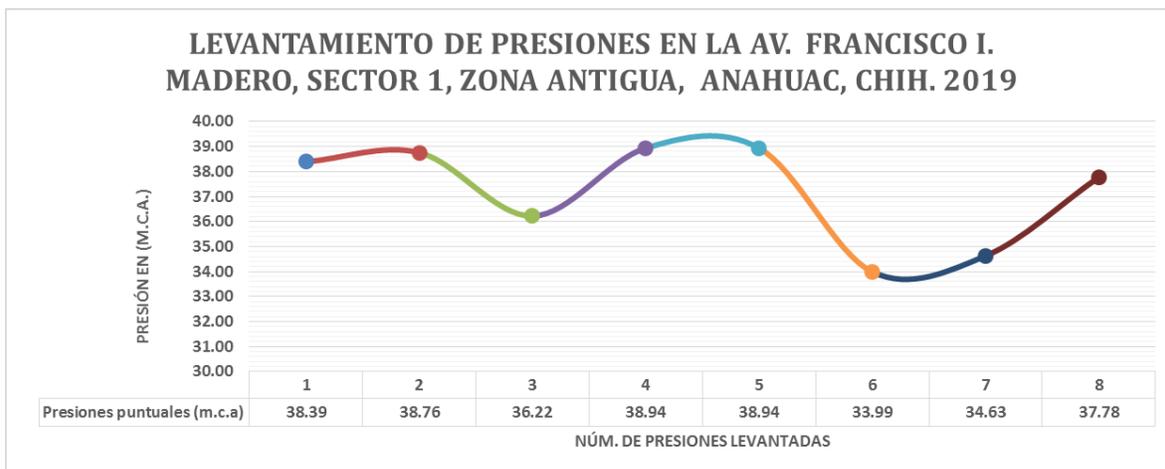


**Ilustración 42 Sitio 8 con caída de presión; día siguiente presión 26.94 M.C.A. no hay fuga.**

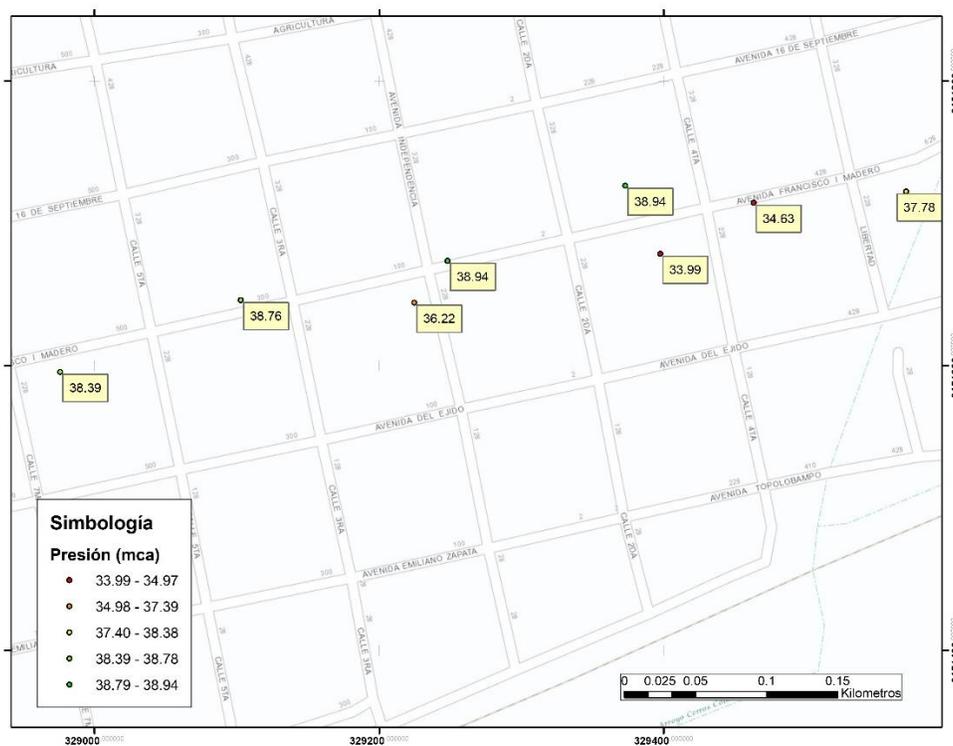


**Ilustración 43 Domicilio enfrente al domicilio crítico, presión 26.40 M.C.A. no hay fuga.**

En la Ilustración 44 se muestra la curva de presiones registradas sobre la Av. Francisco I. Madero, y en la Ilustración 45 la zona entre calles; las diferencias de presiones entre una presión anterior y la que se registra en el siguiente punto no varía de mucho, no es de impacto, son 100 o 200 gr/cm<sup>2</sup>. En este caso también se volvió a revisar presiones al día siguiente por la variación de presiones, pero al día los resultados cambiaron. Ver la Ilustración 46 cómo inicial y en la Ilustración 47 como el después.



**Ilustración 44 Curva de presiones registradas en la Av. Francisco I. Madero.**



**Ilustración 45 Sitios donde se registraron presiones sobre la Av. Francisco I. Madero.**



**Ilustración 46 Clínica donde presentaba variación de presión: primera vez: 31.60 M.C.A.**



**Ilustración 47 Clínica, toma de presión al otro día 37.05 M.C.A.**

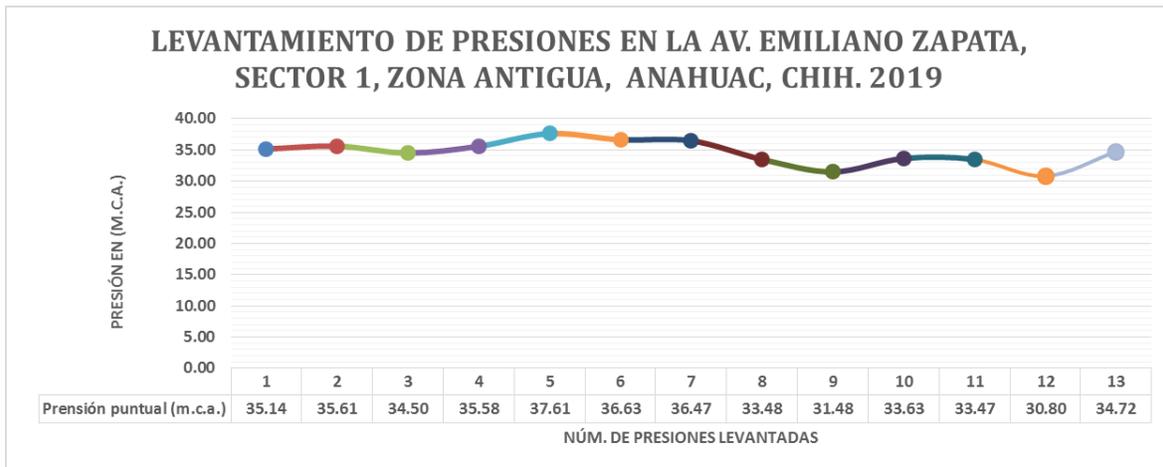
En este caso, se tuvo que avisar al de mantenimiento de la clínica que cerrara las llaves que descarga a la cisterna y tinacos, la presión se incrementó a 37.05 m.c.a. Ya no se hizo uso del equipo de detección de fugas electrónico sobre la Av. Francisco I. Madero.

En la Ilustración 48, se muestra la curva de presiones registradas sobre la Av. Emiliano Zapata, y en la Ilustración 49, se muestra la planimetría donde se ubica la avenida y calles, para ubicar las presiones levantadas. La diferencias de presiones entre una presión anterior y la que se registra en el siguiente punto no varía de mucho, no es de impacto, son 200 gr/cm<sup>2</sup>.

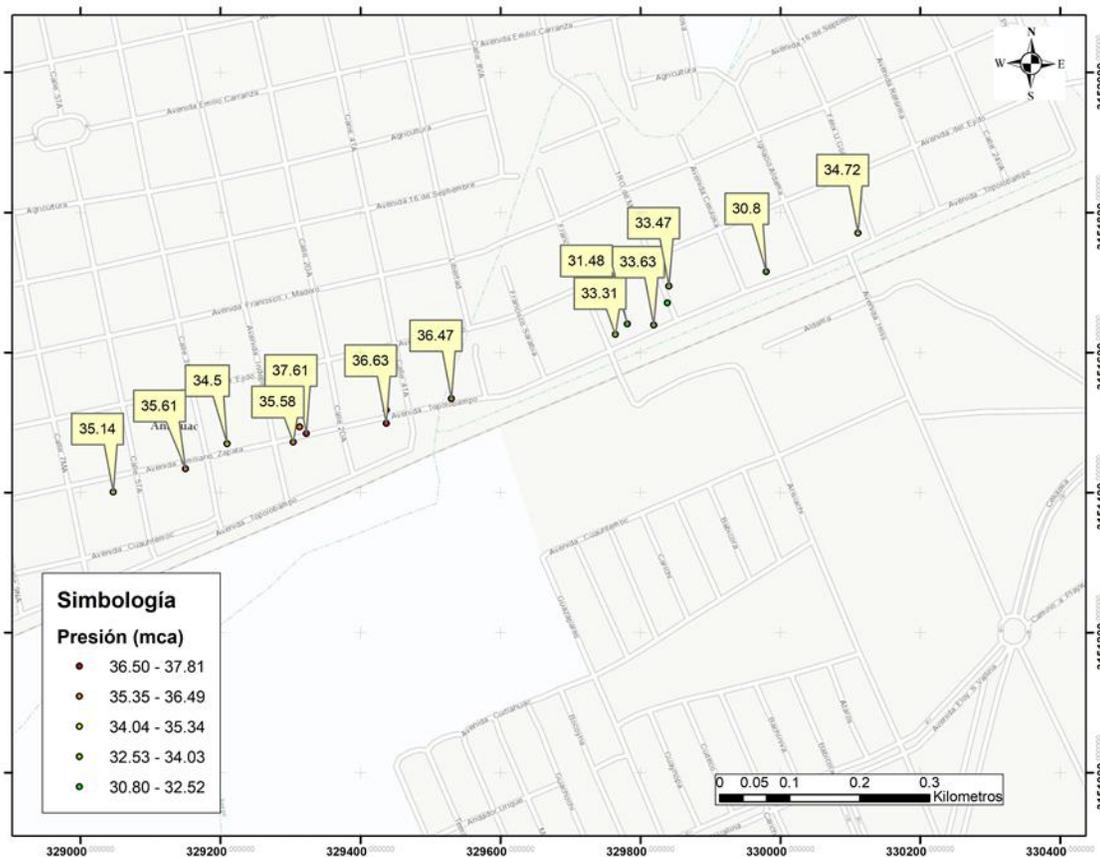
Las variaciones de presión se deben a las siguientes causas:

- Operación de la red.- Pozo abastece directamente a la red y otra zona se abastece por tanque de distribución, ambos pozos tienen un tanque de distribución, cuando opera el tanque, el agua baja a cierto nivel y arranca el equipo de bombeo, se llena el tanque, se para el equipo de bombeo.
- Uso del servicio en horas pico.
- Posibles fugas en la toma domiciliaria

Por estas causas se volvía a repetir la toma de presión en sitios dudosos.



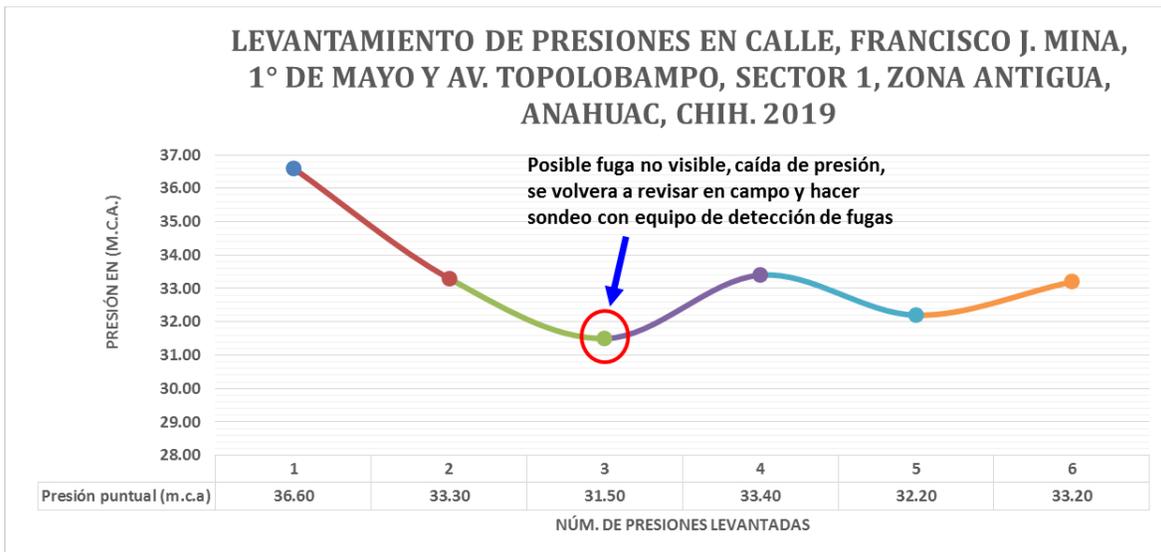
**Ilustración 48** Curva de presiones registradas en la Av. Emiliano Zapata.



**Ilustración 49** Sitios donde se registraron presiones sobre la Av. Emiliano Zapata.

**Recorridos de campo con equipo de detección de fugas para localizar fugas no visibles.**

En las calles Francisco J. Mina, 1° de mayo y en la Av. Topolobambo, se registraron presiones puntual en algunos domicilios, no todos los usuarios estaban en sus casa, fueron pocos los que permitieron el paso y los resultados se muestran en la Ilustración 50 y la Ilustración 51. Por otro lado, como ya se indicó incisos 2.6 con respecto a las calles con mayor número de fugas reparadas, aunado con los resultados de presión se registra una caída de presión, se decidió hacer recorridos en estas calles con el equipo de detección de fugas electro-acústico.



**Ilustración 50 Curva de presiones registradas en Calle Fco. J. Mina, 1° de mayo y Topolobampo.**







**Ilustración 51 Levantamiento de presiones en campo en la Calle Mina, 1° de mayo y Topolobampo**

Con respecto a la detección de fugas con equipo electro-acústico de detección de fugas, se realizaron los recorridos en las calles mencionadas, los sondeos se llevaron a cabo conjuntamente con el responsable Técnico de operación del sistema, el organismo operador dispone de un equipo; ver Ilustración 52 y la Ilustración 53.



**Ilustración 52 Localización de fugas con equipo electro acústico ambas JRAS-IMTA.**



**Ilustración 53 Conjuntamente JRAS-IMTA revisando tuberías con equipos detectores de fugas.**

Cabe indicar, que la metodología que se aplicó para la detección de fugas no visibles, empleando equipos electro - acústicos de detección de fugas, durante los trabajos de campo no se identificaron, a pesar de que la red de distribución opera con altas presiones, las tuberías trabajan a grandes esfuerzos, que en cualquier momento ocurre una fuga, como ya se mencionó, las fallas no son por envejecimiento de la red, principalmente se observa que las fugas son originadas por las altas presiones y posiblemente también por el efecto del fenómeno hidráulico golpe de ariete.

Durante los recorridos de campo y verificando algunas presiones, en el antepenúltimo día de la comisión para evaluar las fugas no visibles, en la Av. Del Ejido ocurrió una fuga, como las 7:00 a.m. se reportó, inmediatamente personal del organismo operador técnico realizó maniobra en la caja de válvulas para cerrar y evitar el desperdicio de agua en el sector #1, y atender los trabajos para la reparación de la fuga.

En las siguientes ilustraciones, se muestra el procedimiento de reparación de la fuga, los trabajos se realizaron como en una hora, el flujo ya estaba interrumpido; ver la Ilustración, Ilustración 54, Ilustración 55, Ilustración 56, Ilustración 57 y Ilustración 58.



**Ilustración 54 Fuga en tubería de 3" diámetro, asbesto cemento, con una fisura de 60 cm.**



**Ilustración 55 Zanja con profundidad de 1.40 metros y profundidad al tubo 1.20 metros.**



**Ilustración 56 El tubo presenta un color café en todo su interior, se observa resistente.**



**Ilustración 57 Longitud del tramo a reparar 1.40 metros con tubería de PVC.**



**Ilustración 58 Trabajos de reparación de la fuga con tubería de PVC.**

Con esta fuga, nos muestra que si hay problemas en la red de distribución por las altas presiones que en que opera, y por otro lado, los minerales que contiene el agua puede estar debilitando el material de las tuberías de asbesto cemento.

Es recomendable, que si ya se tienen identificadas las calles y avenidas con varias reparaciones en tuberías de asbesto cemento y por la antigüedad que ya tienen (más de 40 años), aproximadamente de 2.5 a 3 km de longitud de tubería de asbesto cemento puede sustituirse, se estima una estadística de 50 fugas entre 15 a 20 años, todos los tramos se ha sustituido con material de PVC.

### **Causas que originan las fugas en redes de agua potable**

En principio, los principales fenómenos que causan una alta incidencia de fugas en las redes de agua potable, son:

- Antigüedad de uso.

- Tipo de materiales empleados en su fabricación y estado actual de conservación.
- Tipo de suelo con su influencia sobre los materiales de las tuberías, (ácidos o básicos).
- Deficiencias en la construcción por la deficiencia de materiales o de la mano de obra durante su instalación.
- Afectación por los materiales de relleno en zanjas cuando se construyeron, por ejemplo mismo material a volteo, tepetate compactado o sin compactar.
- Paso de vehículos pesados en calles secundarias, que dañan a las tuberías cuando éstas no están enterradas con un colchón de tierra suficiente.
- Presión del agua en la operación.
- Variación de presiones y golpes de ariete repetidos, generados por los tandeos horarios durante la operación.
- Composición físico-química del agua distribuida en las zonas de influencia, como posibles incrustaciones o corrosión, o por efecto de la erosión de las paredes de las tuberías por arena u otros elementos que trasporte el agua.
- Hundimientos diferenciales del suelo que propicien dislocamientos o tensiones excesivas en las uniones, que además, generen roturas o falla en las uniones o en los atraques o piezas especiales en los cruceros.

### Trabajos de mantenimiento

Con los trabajos de verificación de redes y apoyándose de los reportes de baja presión y fugas que reportan los usuarios de las diversas zonas de la ciudad, la JRAS a través del personal a cargo del jefe técnico de operación, realiza las obras de mantenimiento para garantizar el abastecimiento y buena presión del vital líquido.

En el apartado **“localización de fugas no visibles con equipos electro - acústicos”** se describe la metodología para llegar a ser un barrido de las zonas críticas por la incidencia de fugas. Se ubican los sectores comerciales con la mayor incidencia de fugas, donde se han hecho reparaciones y mejorado el servicio de agua potable.

Cuando se localizan las zonas críticas y con fines de solucionar el problema, se realizan inspecciones con equipos detectores para identificar los sitios de las fugas, los resultados son eficientes, durante la ejecución de los trabajos se observa la falla, presenta una fisura longitudinal, ocasionada por altas presiones en la red. La Av. Del Ejido es recomendable que sea sustituida la línea, aproximadamente en una longitud de 2.5 km a 3 km, y otras calles que también la ocurrencia son muy frecuentes, en estas zonas las presiones entre 2.5 kg/cm<sup>2</sup> a 3 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 3.1.2 Observaciones y recomendaciones

- ❑ Con la metodología que se aplicó para la detección de fugas no visibles, empleando equipos electro - acústicos de detección de fugas, durante los trabajos de campo no se

identificaron, a pesar de que la red de distribución opera con altas presiones, las tuberías trabajan a grandes esfuerzos, que en cualquier momento ocurre fuga.

- Las fallas no son ocasionadas por envejecimiento de la red.
- Se cree que las fugas son originadas por altas presiones; pero, posiblemente esté ocurriendo en la red otro fenómeno por el tipo de fuga que se presenta con una fisura a lo largo del tubo.
- Cuando ocurrió la fuga en la Av. Del Ejido, un día anterior ya se habían levantado presiones, en los resultados no se observó un valor de caída presión entre esta calles, pero varias cuadras atrás sí lo hubo, inclusive hubo dudas, al otro día se volvió a revisar la presión y se presentó una presión similar a las ya registradas. Por lo tanto, quedo anulado el sitio para inspeccionarlo.
- Como ya se tienen identificadas las calles y avenidas con varias reparaciones en tuberías de asbesto cemento y el arreglo es con tubería de PVC, y ya existen varios tramos, aproximadamente en una longitud de 2.5 a 3 km, puede sustituirse; además se estima una estadística de 50 fugas, y la antigüedad de la red en estos sectores que opera el Área Comercial ya tienen más de 40 años.
- Con respecto a la operación de la red de distribución con el sistema de Telemetría, es necesario revisar la configuración de encendido de equipos de bombeo y paro, el llenado de tanques y paro, y el pozo #2 abasteciendo a la red y a la vez llenando el tanque de distribución. Posiblemente, de acuerdo con esta forma de operar la red de distribución puede ocurrir algún cambio brusco en las zonas débiles de las tuberías que ya cumplieron su vida útil. Para esto, es necesario realizar mediciones en campo y observaciones de como esta operando realmente el sistema de Telemetría, tanques, pozos y modelar la operación.

### 3.2 Auditoria del Agua

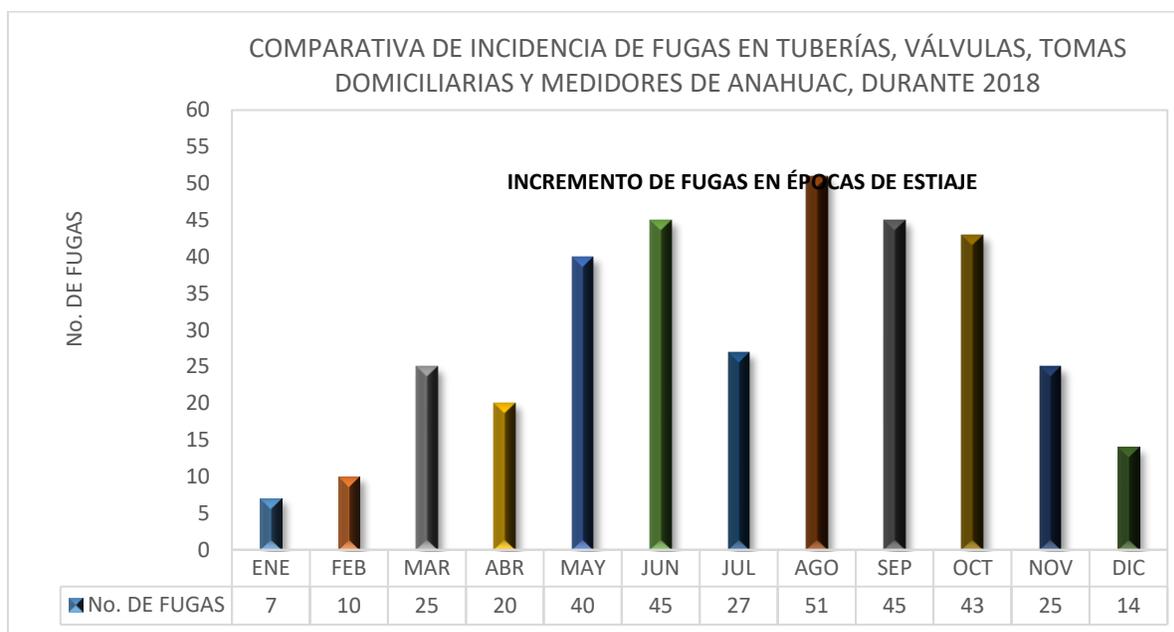
#### 3.2.1 Estadística de fugas 2018

Las estadísticas de ocurrencia de fugas reportadas y reparadas de los años 2018, obtenidas de forma mensual, se muestran en la Tabla 7.

**Tabla 7 Estadística de fugas de 2018 de la localidad de Anáhuac, Chih.**

ESTADÍSTICA DE REPARACIÓN DE FUGAS DURANTE EL PERIODO DE 2018													
CONCEPTO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL DE FUGAS ANUAL
No. DE FUGAS	7	10	25	20	40	45	27	51	45	43	25	14	352

En la Ilustración 59 se muestra una comparativa estadística de fugas de manera mensual. Donde se aprecia la tendencia de incremento de fugas, el mes de agosto es el más crítico, después vuelven a disminuir a diciembre aproximadamente con 10 fugas durante el mes.



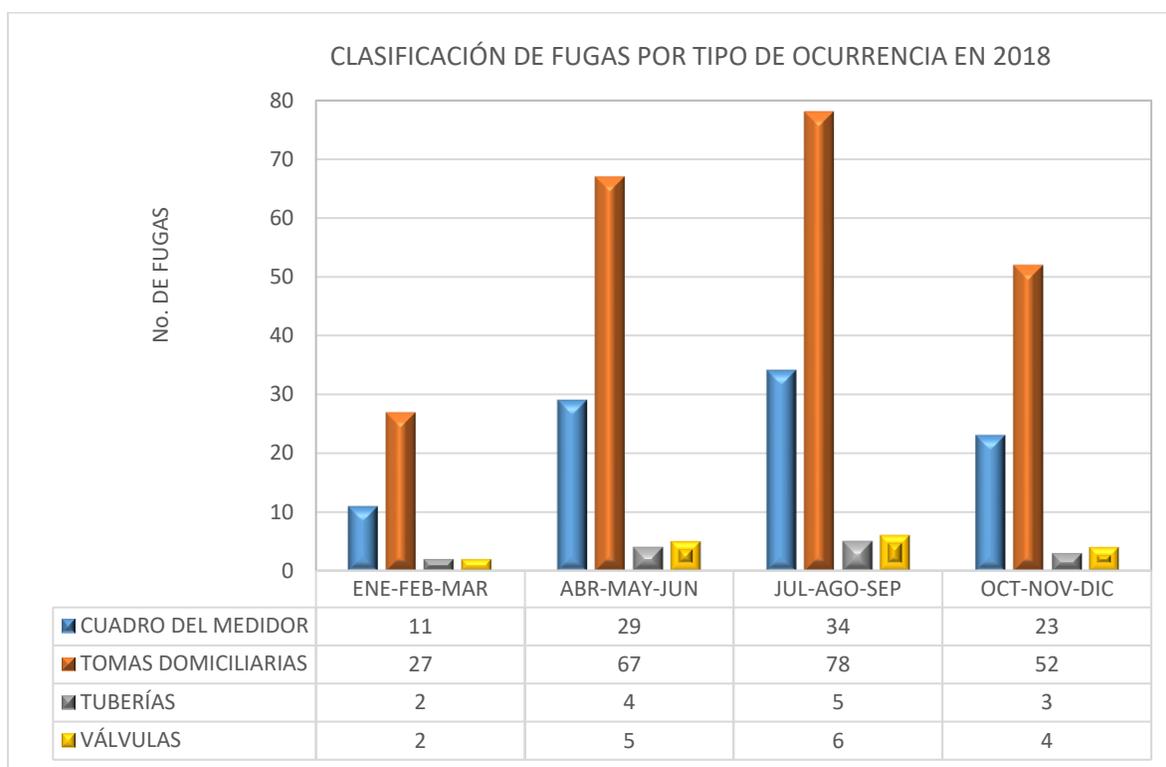
**Ilustración 59 No. de fugas con tendencia a crecer, agosto el crítico y vuelven a disminuir**

En la Tabla 8 , se muestra la estadística de fugas de forma trimestral y por ubicación de la fuga: cuadro del medidor, toma domiciliaria, tubería y válvulas.

**Tabla 8 Clasificación de las fugas por ubicación y de manera trimestral de 2018.**

ESTADÍSTICA DE FUGAS DE 2018 - ANAHUAC, CHIHUAHUA					
UBICACIÓN DE LA FUGAS	ENE-FEB-MAR	ABR-MAY-JUN	JUL-AGO-SEP	OCT-NOV-DIC	TOTAL
CUADRO DEL MEDIDOR	11	29	34	23	97
TOMAS DOMICILIARIAS	27	67	78	52	224
TUBERÍAS	2	4	5	3	14
VÁLVULAS	2	5	6	4	17
<b>TOTALES</b>	<b>42</b>	<b>105</b>	<b>123</b>	<b>82</b>	<b>352</b>

En la Ilustración 60 se muestra gráficamente la comparativa de la incidencia de fugas reportadas y reparadas por ubicación de la fuga. En las tomas domiciliarias, se presenta el mayor número de fugas, en todos los trimestre predominan.



**Ilustración 60 Clasificación de las fugas por tipo de ocurrencia en 2018, Anáhuac, Chih.**

En la Tabla 9 se indica el número de tomas domiciliarias, por tipo de material: de cobre el 15%, galvanizado el 10%, de poliducto otro 10% y un 65% PAD, de este tipo de material se están sustituyendo. Los porcentajes indicados fueron proporcionados por personal el organismo operador JRAS de manera estimada.

**Tabla 9 No. de tomas instaladas por tipo de material**

<b>ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE TOMAS DOMICILIARIAS INSTALADAS POR TIPO DE MATERIAL EN 2018 - ANAHUAC, CHIHUAHUA</b>					
<b>UBICACIÓN DE LA FUGAS</b>	<b>COBRE</b>	<b>GALVANIZADO</b>	<b>POLIDUCTO</b>	<b>PAD</b>	<b>TOTAL</b>
No. DE TOMAS INSTALADAS	616	411	411	2,670	4,108
<b>EN (%)</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>65</b>	<b>100</b>

En la Ilustración 61, se muestra gráficamente la clasificación de tomas domiciliarias por tipo de material.

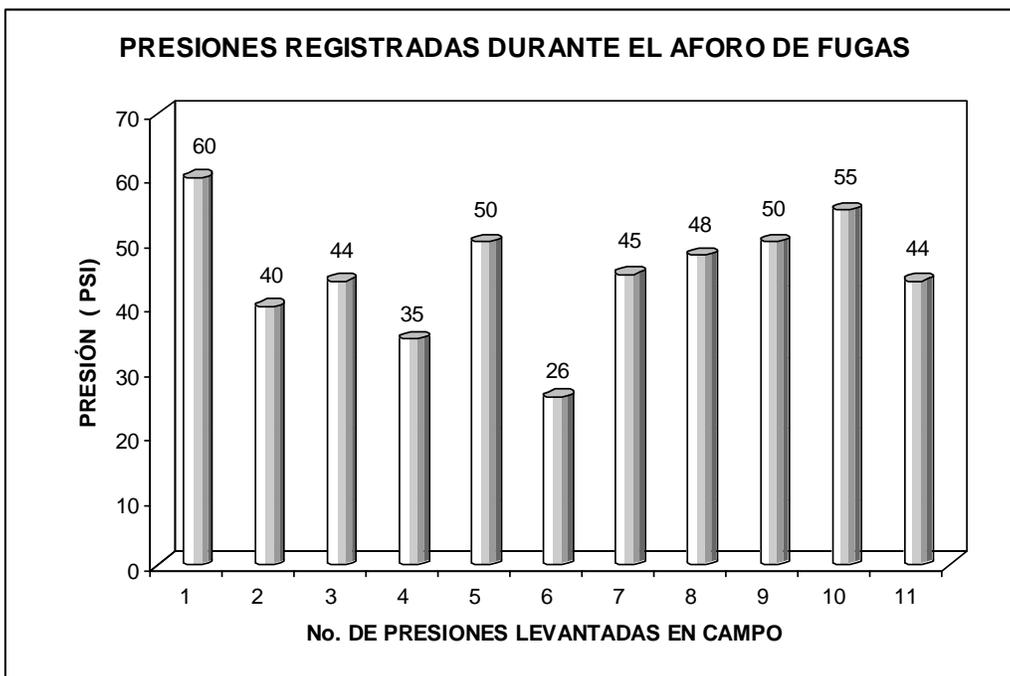


**Ilustración 61 Clasificación de las tomas domiciliarias por tipo de material en 2018.**

### 3.2.2 Gastos unitarios por fuga según la ocurrencia

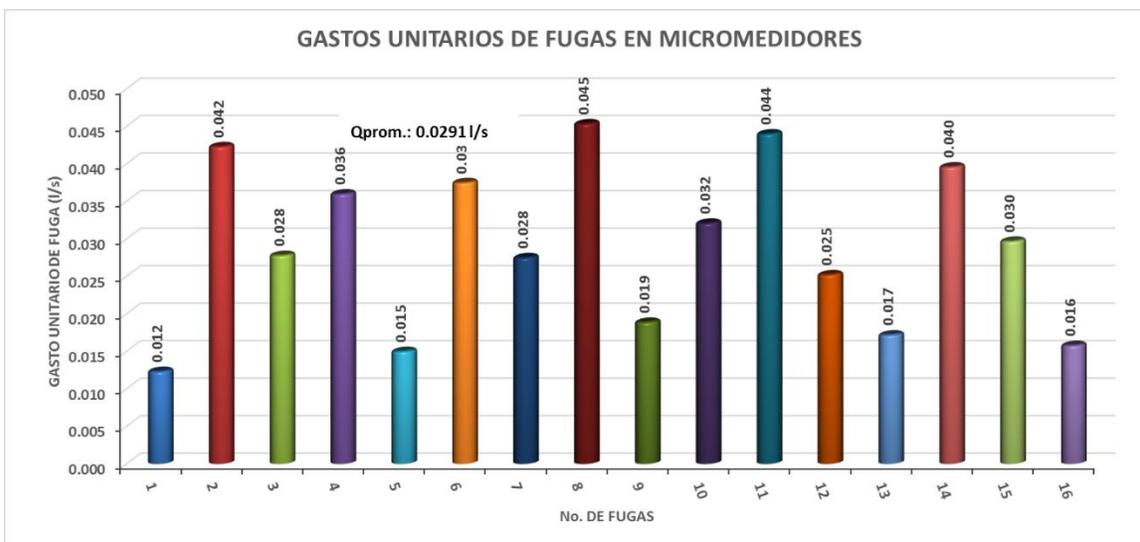
Cabe indicar que las fugas reportadas y reparadas no fueron aforadas. No disponen de un método para analizar el porcentaje de pérdidas por fugas. Por la falta de la estadística de gastos unitarios de fugas, se procedió al apoyo de estudios de pérdidas que ha realizado el IMTA a otros organismos operadores de agua potable, se muestran gráficamente las estadísticas de los gastos unitarios por fuga en litros por segundo.

Para fines del cálculo del volumen que se pierde por fugas físicas, se tomará el valor promedio y se multiplicará por el número de fugas registradas y reparadas según sea el caso (medidores, red, tomas, o válvulas). La estadística de los gastos unitarios de fugas utilizados para fines del diagnóstico, fueron analizados con las presiones promedio que se muestran en la Ilustración 62.



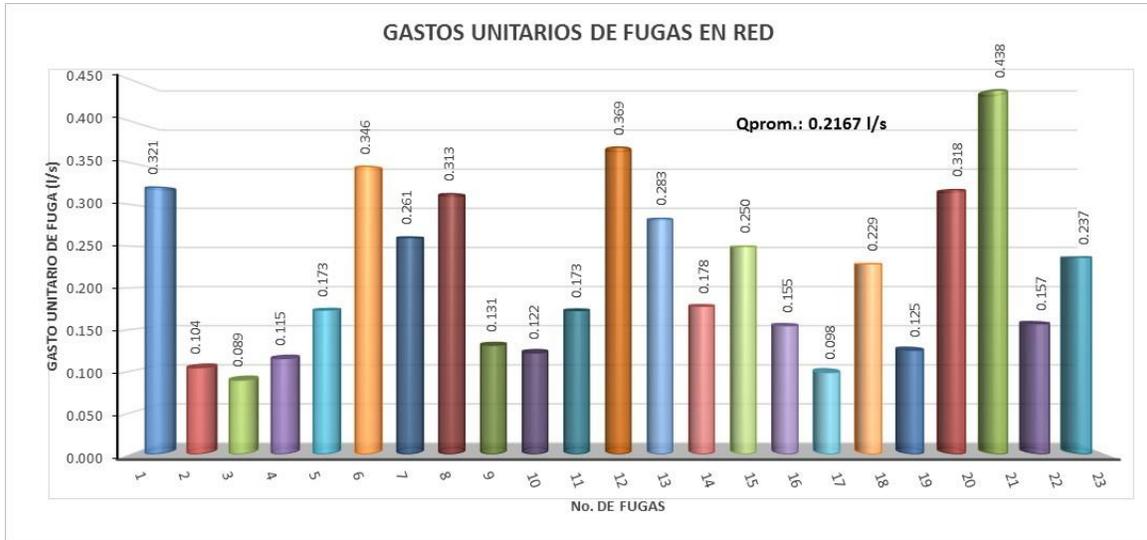
**Ilustración 62 Presiones registradas durante los trabajos de aforo de fugas**

En la Ilustración 63, se muestran los gastos unitarios de fuga de 16 aparatos de medición domiciliaria con presencia fuga. Para este caso se determinó un gasto de fuga promedio de 0.0291 l/s.



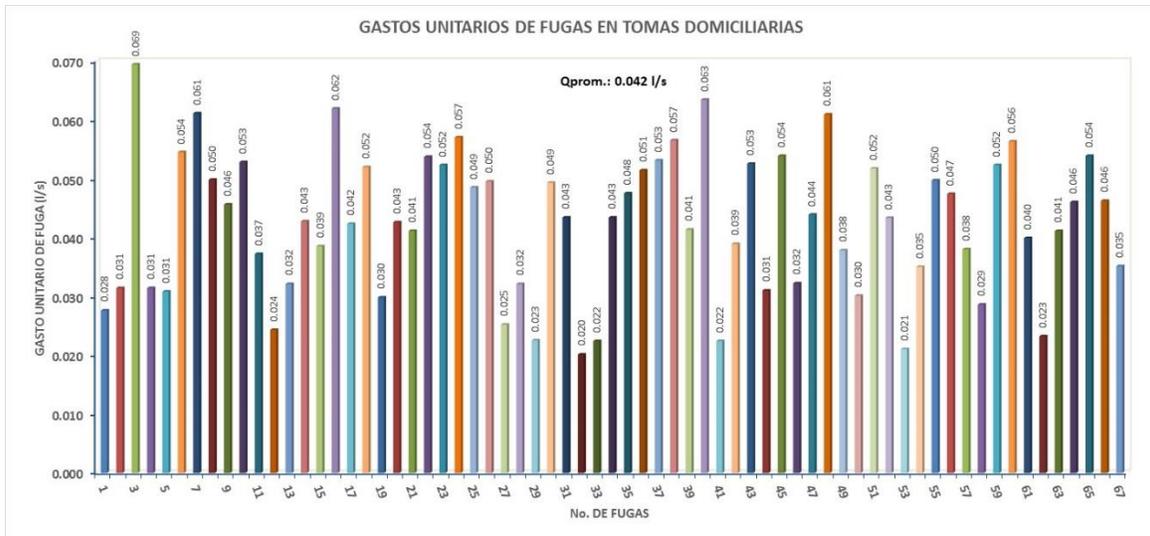
**Ilustración 63 Gastos unitarios de fugas en medidores domiciliarios**

En la Ilustración 64, se muestran los gastos unitarios de fuga de 23 fallas en líneas de red de distribución. Para este caso se determinó un gasto de fuga promedio de 0.2167 l/s.



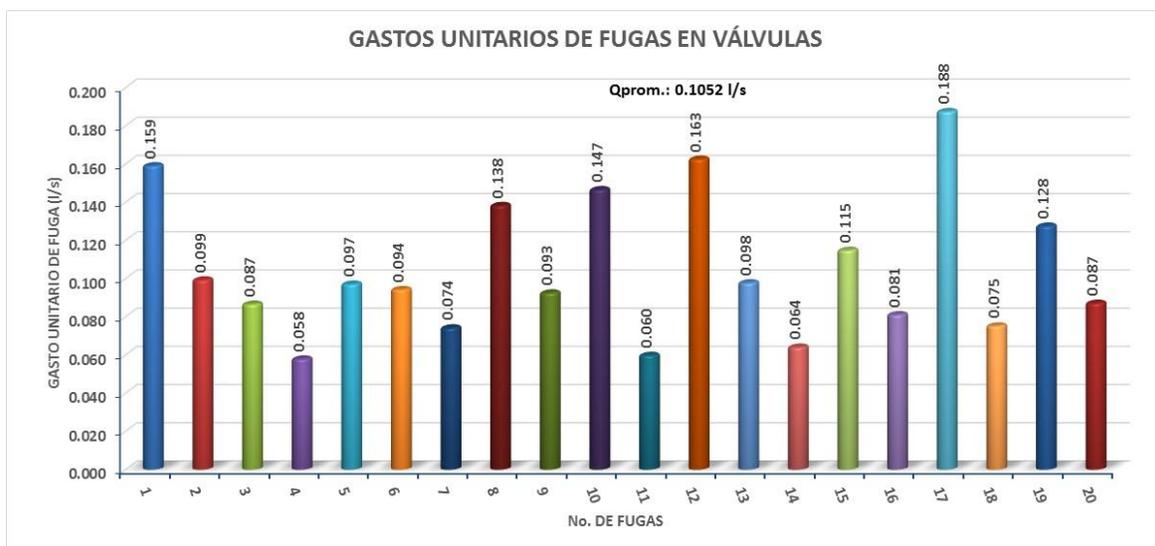
**Ilustración 64 Gastos unitarios de fugas en red**

En la Ilustración 65 se muestran los gastos unitarios de fuga de 67 fallas en el cuerpo de la toma domiciliarias. El gasto de fuga promedio es de 0.042 l/s.



**Ilustración 65 Gastos unitarios de fugas en medidores domiciliarios**

En la Ilustración 66 se muestran los gastos unitarios de fuga de 22 fallas que se presentaron en válvulas de la red. Se determinó un gasto de fuga promedio de 0.1052 l/s.



**Ilustración 66 Gastos unitarios de fugas en medidores domiciliarios**

### 3.2.3 Volumen recuperado por reparación de fugas por tipo de ocurrencia

#### a) Estadísticas de fugas de 2018

- Pérdidas por fugas en el cuadro del medidor

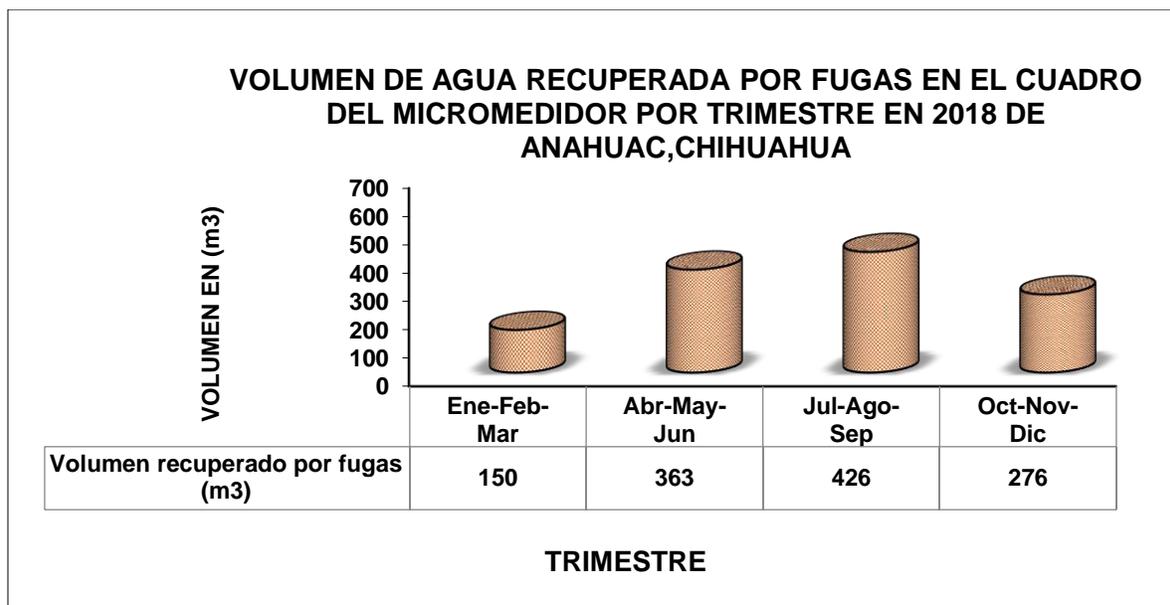
En la Tabla 10, se muestra el resultado del **volumen recuperado por fugas en el cuadro del micromedidor domiciliario. Se reportaron 97 fugas/año, se determinó un volumen de 1,215 m<sup>3</sup>/año.** Por trimestre se registran en promedio 24 fugas, con un volumen promedio: 301 m<sup>3</sup>/trim.

**Tabla 10 Volumen de agua recuperada por fugas en micromedidores domiciliarios**

VOLUMEN POR FUGAS REPARADAS EN EL CUADRO DEL MEDIDOR DE 2018 DE ANAHUAC, CHIH				
TRIMESTRES	No. de fugas anual	Gasto Promedio Unitario por Fuga l/s	Tiempo de respuesta (hrs)	Volumen recuperado (m3)
Ene-Feb-Mar	12	0.029	120	150
Abr-May-Jun	29			363
Jul-Ago-Sep	34			426
Oct-Nov-Dic	22			276
<b>TOTAL FUGAS</b>	<b>97</b>	<b>VOLUMEN TOTAL RECUPERADO (m3/año)</b>		<b>1,215</b>

Elaboración propia con datos de la JRAS. Estadísticas de Fugas, Depto. de operación.

En la Ilustración 67 se muestra una comparativa del volumen que se recupera por trimestre; durante el trimestre: Julio, Agosto y Septiembre hay mayor incidencia de fugas, por lo tanto mayor recuperación de agua: 426 m<sup>3</sup>/trim.



**Ilustración 67 Comparativa del volumen recuperado por fugas en micromedidores por trimestre.**

- **Fugas en las tomas domiciliarias**

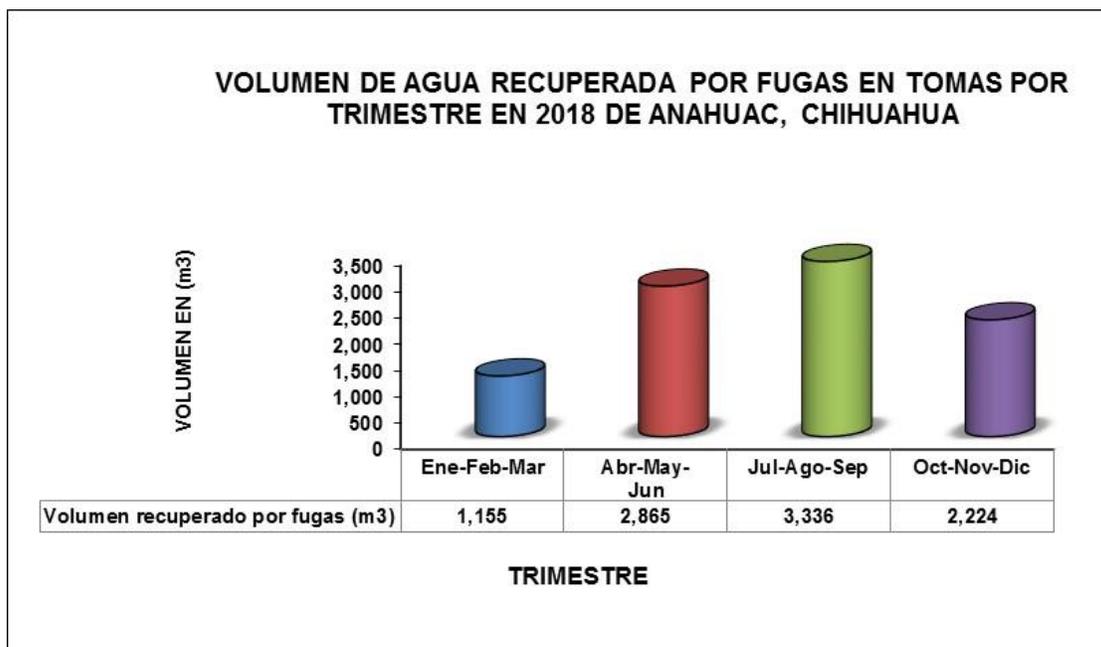
En la Tabla 11 se muestra el resultado del **volumen recuperado por fugas en tomas domiciliarias. Se reportaron 224 fugas/año, se determinó un volumen de 9,580 m<sup>3</sup>/año.** Por trimestre se registran en promedio 56 fugas, con un volumen promedio: 2,395 m<sup>3</sup>/trim.

**Tabla 11 Volumen de agua recuperada por fugas en tomas domiciliarias**

<b>VOLUMEN POR FUGAS REPARADAS EN TOMAS DOMICILIARIAS DE 2018 DE ANAHUAC, CHIH.</b>				
<b>TRIMESTRES</b>	<b>No. de fugas anual</b>	<b>Gasto Promedio Unitario por Fuga l/s</b>	<b>Tiempo de respuesta (hrs)</b>	<b>Volumen recuperado (m3)</b>
<b>Ene-Feb-Mar</b>	27	0.099	120	1,155
<b>Abr-May-Jun</b>	67			2,865
<b>Jul-Ago-Sep</b>	78			3,336
<b>Oct-Nov-Dic</b>	52			2,224
<b>TOTAL FUGAS</b>	<b>224</b>	<b>VOLUMEN TOTAL RECUPERADO (m3/año)</b>		<b>9,580</b>

Elaboración propia con datos de la JRAS. Estadísticas de Fugas, Depto. de operación.

En la Ilustración 68 se muestra una comparativa del volumen que se recupera por trimestre; durante el trimestre: Julio, Agosto, y Septiembre hay mayor incidencia de fugas, por lo tanto mayor recuperación de agua: 3,336 m<sup>3</sup>/trim.



**Ilustración 68 Comparativa del volumen recuperado por fugas en tomas por trimestre**

- **Pérdidas por fugas en red de distribución**

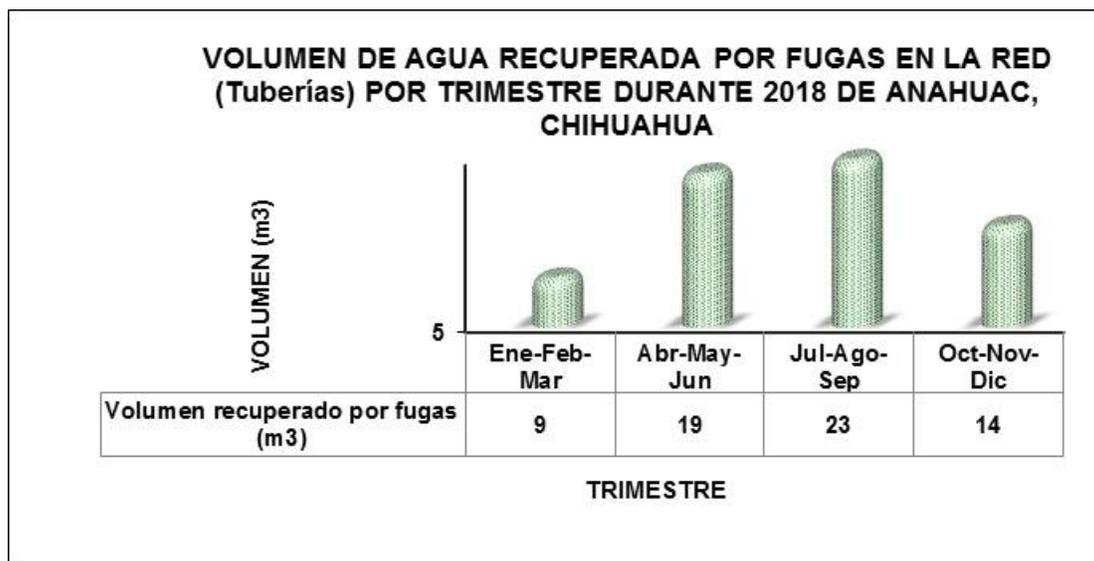
En la Tabla 12 se muestra el resultado del **volumen recuperado por fugas en red de distribución. Se reportaron 14 fugas/año, se determinó un volumen de 66 m<sup>3</sup>/año.** Por trimestre se registran en promedio 3 fugas, con un volumen promedio: 14 m<sup>3</sup>.

**Tabla 12 Volumen de agua recuperada por fugas en red de distribución**

<b>VOLUMEN POR FUGAS REPARADAS EN RED (Tuberías) DE 2018 DE ANAHUAC, CHIH.</b>				
<b>TRIMESTRES</b>	<b>No. de fugas anual</b>	<b>Gasto Promedio Unitario por Fuga l/s</b>	<b>Tiempo de respuesta (hrs)</b>	<b>Volumen recuperado (m3)</b>
<b>Ene-Feb-Mar</b>	2	0.217	6	9
<b>Abr-May-Jun</b>	4			19
<b>Jul-Ago-Sep</b>	5			23
<b>Oct-Nov-Dic</b>	3			14
<b>TOTAL FUGAS</b>	<b>14</b>	<b>VOLUMEN TOTAL RECUPERADO (m3)</b>		<b>66</b>

Elaboración propia con datos de la JRAS. Estadísticas de Fugas, Depto. de operación.

En la Ilustración 69 se muestra una comparativa del volumen que se recupera por trimestre; durante el trimestre: Julio, Agosto y Septiembre hay mayor incidencia de fugas, por lo tanto mayor recuperación de agua: 23 m<sup>3</sup>.



**Ilustración 69 Comparativa del volumen recuperado por fugas en red de distribución por trimestre**

- **Fugas en válvulas**

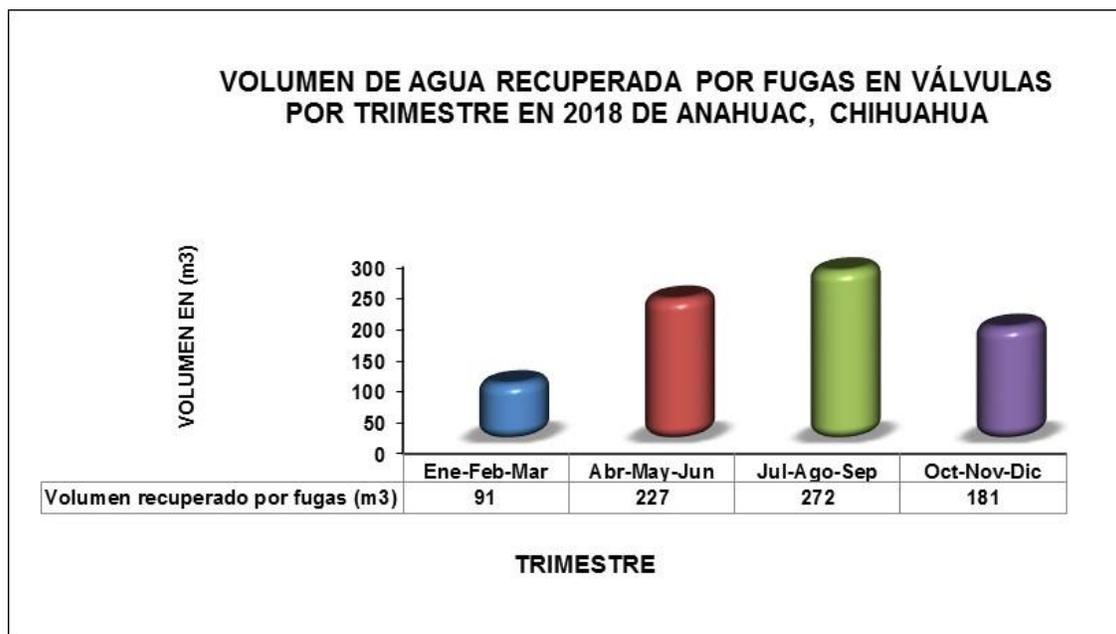
En la Tabla 13 se muestra el resultado del **volumen recuperado por fugas en válvulas. Se reportaron 17 fugas/año, se determinó un volumen de 771 m<sup>3</sup>/año.** Por trimestre se registran en promedio 4 fugas, con un volumen promedio: 43 m<sup>3</sup>/trim.

**Tabla 13 Volumen de agua recuperada por fugas en válvulas**

<b>VOLUMEN POR FUGAS REPARADAS EN VÁLVULAS DE 2018 DE ANAHUAC, CHIH.</b>				
<b>TRIMESTRES</b>	<b>No. de fugas anual</b>	<b>Gasto Promedio Unitario por Fuga l/s</b>	<b>Tiempo de respuesta (hrs)</b>	<b>Volumen recuperado (m3)</b>
<b>Ene-Feb-Mar</b>	2	0.105	120	91
<b>Abr-May-Jun</b>	5			227
<b>Jul-Ago-Sep</b>	6			272
<b>Oct-Nov-Dic</b>	4			181
<b>TOTAL FUGAS</b>	<b>17</b>	<b>VOLUMEN TOTAL RECUPERADO (m3/año)</b>		<b>771</b>

Elaboración propia con datos de la JRAS. Estadísticas de Fugas, Depto. de operación.

En la Ilustración 70 se muestra una comparativa del volumen que se recupera por trimestre; durante el trimestre: Julio, Agosto y Septiembre hay mayor incidencia de fugas, por lo tanto mayor recuperación de agua: 272 m<sup>3</sup>/trim.



**Ilustración 70 Comparativa del volumen recuperado por fugas en válvulas por trimestre**

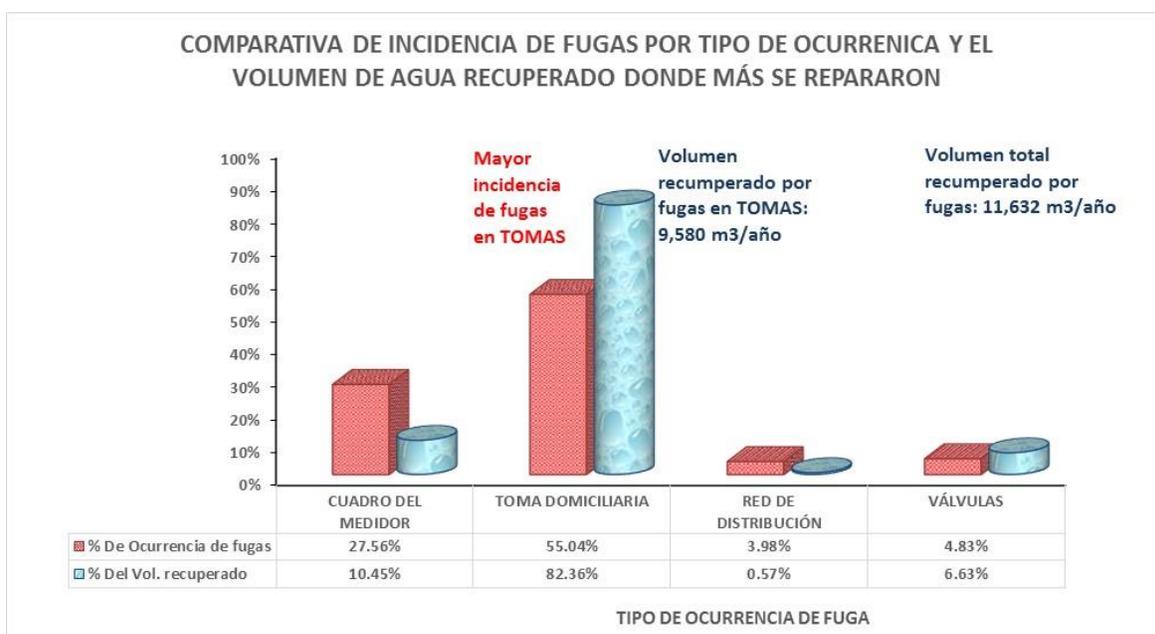
### 3.2.4 Resultados finales del volumen recuperado por fugas físicas en 2018

En la Tabla 14 se muestra el total de fugas reparadas durante el 2018, que conforman los diferentes sitios de ocurrencia, en total 352 fugas, recuperándose un volumen total de 11,632 m<sup>3</sup>/año. El mayor volumen recuperado por fugas es en tomas domiciliarias con 9,580 m<sup>3</sup>/año, en porcentaje el 82.36%, le sigue las fallas atendidas en el cuadro del medidor se determinó un volumen de 1,215 m<sup>3</sup>/año, en porcentaje el 10.45%. Por trimestre, se atienden 88 fugas, y se recupera un volumen de 2,908 m<sup>3</sup>/trim; ver también Ilustración 71.

**Tabla 14 Volumen total recuperado por fugas en 2018 en Anáhuac, Chih.**

<b>VOLUMEN RECUPERADO POR FUGAS REPARADAS EN 2018 EN ANÁHUAC, CHIH.</b>				
<b>OCURRENCIA</b>	<b>No. DE FUGAS</b>	<b>EN (%)</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>EN (%)</b>
<b>CUADRO DEL MEDIDOR</b>	97	27.56%	1,215	10.45%
<b>TOMA DOMICILIARIA</b>	<b>224</b>	<b>55.04%</b>	<b>9,580</b>	<b>82.36%</b>
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	14	3.98%	66	0.57%
<b>VÁLVULAS</b>	17	4.83%	771	6.63%
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>352</b>	<b>100%</b>	<b>11,632</b>	<b>100%</b>
<b>AL TRIMESTRE</b>	<b>88</b>	<b>m<sup>3</sup>/trim.</b>	<b>2,908</b>	

Elaboración propia con datos de la JRAS. Estadísticas de Fugas, Depto. de operación.



**Ilustración 71 Comparativa de incidencia de fugas por tipo y volumen recuperado**

### 3.2.5 Determinación del volumen por pérdidas físicas potenciales en 2018

Con respecto al volumen de agua que se pierde por fugas físicas y no son atendidas por ser fugas no visibles y no afloran. Para fines de este análisis, se considera el mismo número de fugas reparadas durante el 2018. Se procede, porque al observar la “Ilustración 2.1.3.1.- Comparativa del No. de fugas a nivel mensual de 2018”, se observa que el número de fugas crece con respecto a los meses anteriores. Esto es posible, por el incremento de caudal en la red de distribución y por ende la presión y la red de distribución con más de 40 o 50 años, así mismo, en tomas domiciliarias.

Con respecto a las fugas que se presentan en el cuadro el medidor, si ya cumplió su vida útil establecer un programa de sustitución de tomas y cuadro, asimismo es probable que se esté incrementando la alta incidencia de fugas por la mala calidad de mano de obra. Debido, a estas observaciones se consideran los mismos datos de fugas por tipo de ocurrencia registrados en 2018. Por tanto, el volumen de pérdidas potenciales estimado se determina de la siguiente forma:

La estimación del volumen total por pérdidas potenciales, se analizó en base a la estadística de ocurrencia de fugas anual de 2018 proporcionada por la JRAS, se consideró el número de fugas por trimestre, multiplicado por el gasto unitario por fugas y por el tiempo de en horas, en este caso, como la fuga permanece todo el año, se multiplica por 8,760 horas/año. Estas operaciones, se realizan para los cuatro casos de ocurrencia de fugas: en cuadro del medidor; en tomas domiciliarias; en red de distribución (tuberías) y en válvulas.

Los resultados se indican a continuación: en la Tabla 15 se muestran los resultados con respecto a las fallas en el cuadro del medidor; en la Tabla 16 , los resultados con respecto a las

fallas en tomas domiciliarias; en la Tabla 17, los resultados con respecto a las fallas en la red de distribución y, en la Tabla 18, los resultados con respecto a las fallas en válvulas.

**Tabla 15 Análisis del volumen total por pérdidas potenciales en el cuadro del medidor**

<b>VOLUMEN POTENCIAL POR FUGAS QUE OCURREN AL AÑO EN EL CUADRO DEL MEDIDOR</b>				
<b>TRIMESTRES</b>	<b>No. de fugas anual</b>	<b>Gasto Promedio Unitario por Fuga l/s</b>	<b>Tiempo en (hrs/año)</b>	<b>Volumen perdido (m3/año)</b>
<b>Ene-Feb-Mar</b>	11	0.029	8760	10,060
<b>Abr-May-Jun</b>	29			26,522
<b>Jul-Ago-Sep</b>	34			31,094
<b>Oct-Nov-Dic</b>	22			20,120
<b>TOTAL FUGAS</b>	<b>96</b>	<b>VOLUMEN TOTAL QUE SE PIERDE (m3/año)</b>		<b>87,796</b>

**Tabla 16 Análisis del volumen total por pérdidas potenciales en tomas domiciliarias**

<b>VOLUMEN POTENCIAL POR FUGAS QUE OCURREN AL AÑO EN LAS TOMAS DOMICILIARIAS</b>				
<b>TRIMESTRES</b>	<b>No. de fugas anual</b>	<b>Gasto Promedio Unitario por Fuga l/s</b>	<b>Tiempo en (hrs/año)</b>	<b>Volumen perdido (m3/año)</b>
<b>Ene-Feb-Mar</b>	27	0.042	8760	35,762
<b>Abr-May-Jun</b>	67			88,742
<b>Jul-Ago-Sep</b>	78			103,312
<b>Oct-Nov-Dic</b>	52			68,875
<b>TOTAL FUGAS</b>	<b>224</b>	<b>VOLUMEN TOTAL QUE SE PIERDE (m3/año)</b>		<b>296,691</b>

**Tabla 17 Análisis del volumen total por pérdidas potenciales en red**

<b>VOLUMEN POTENCIAL POR FUGAS QUE OCURREN AL AÑO EN LA RED (Tuberías)</b>				
<b>TRIMESTRES</b>	<b>No. de fugas anual</b>	<b>Gasto Promedio Unitario por Fuga l/s</b>	<b>Tiempo en (hrs/año)</b>	<b>Volumen perdido (m3/año)</b>
<b>Ene-Feb-Mar</b>	2	0.217	8760	13,687
<b>Abr-May-Jun</b>	4			27,373
<b>Jul-Ago-Sep</b>	5			34,217
<b>Oct-Nov-Dic</b>	3			20,530
<b>TOTAL FUGAS</b>	<b>14</b>	<b>VOLUMEN TOTAL QUE SE PIERDE (m3/año)</b>		<b>95,806</b>

**Tabla 18 Análisis del volumen total por pérdidas potenciales en válvulas**

<b>VOLUMEN POTENCIAL POR FUGAS QUE OCURREN AL AÑO EN VÁLVULAS</b>				
<b>TRIMESTRES</b>	<b>No. de fugas anual</b>	<b>Gasto Promedio Unitario por Fuga l/s</b>	<b>Tiempo en (hrs/año)</b>	<b>Volumen perdido (m<sup>3</sup>/año)</b>
<b>Ene-Feb-Mar</b>	2	0.105	8760	6,635
<b>Abr-May-Jun</b>	5			16,588
<b>Jul-Ago-Sep</b>	6			19,906
<b>Oct-Nov-Dic</b>	4			13,270
<b>TOTAL FUGAS</b>	<b>17</b>	<b>VOLUMEN TOTAL QUE SE PIERDE (m<sup>3</sup>/año)</b>		<b>56,399</b>

En la Tabla 19 se muestra un resumen de los volúmenes que se pierden por cada tipo de ocurrencia de fuga: el porcentaje de pérdidas más alto es para la fugas en tomas domiciliarias, se estima una pérdida de 296,691 m<sup>3</sup>/año, le corresponde un 55.28%; después las pérdidas por fugas en red de distribución con 95,806 m<sup>3</sup>/año, siendo 17.85%; le sigue en el cuadro del medidor con 87,796 m<sup>3</sup>/año, con el 16.36%; por último, las pérdidas por fugas en válvulas que son 56,399 m<sup>3</sup>/año, el 10.51%, estos porcentajes son determinados con respecto al volumen total anual.

Como resultado global, se estima un volumen de 536,692 m<sup>3</sup>/año; y por trimestre: 134,173 m<sup>3</sup>/trim. Por lo tanto, para 2018 se reportó un producción de 1'230,067 m<sup>3</sup>/año, las pérdidas potenciales serían del 43.47%.

**Tabla 19 Resumen de volúmenes por pérdidas físicas potenciales**

<b>VOLUMEN GLOBAL POR PÉRDIDAS FÍSICAS POTENCIALES</b>				
<b>OCURRENCIA</b>	<b>No. DE FUGAS</b>	<b>EN (%)</b>	<b>VOLUMEN (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>EN (%)</b>
<b>CUADRO DEL MEDIDOR</b>	96	27.35%	87,796	16.36%
<b>TOMA DOMICILIARIA</b>	<b>224</b>	<b>55.04%</b>	<b>296,691</b>	<b>55.28%</b>
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	14	3.99%	95,806	17.85%
<b>VÁLVULAS</b>	17	4.84%	56,399	10.51%
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>351</b>	<b>100%</b>	<b>536,692</b>	<b>100%</b>
<b>AL TRIMESTRE</b>	<b>88</b>	<b>m<sup>3</sup>/trim.</b>	<b>134,173</b>	

### **3.2.6 Recuperación de pérdidas físicas**

Con base en el análisis de pérdidas físicas que se presentan en la red de distribución de agua potable, se detectaron varios aspectos que inciden en dichas pérdidas y en los cuales se propone llevar a cabo las acciones siguientes, para reducirlas al máximo, y así aprovechar de manera adecuada el recurso hídrico.

1. Para evitar fugas de agua en las líneas de conducción se plantea reemplazar todas aquellas que hayan superado su vida útil o que presenten problemas de fugas de manera periódica.
2. Para identificar si se presentan fugas en las líneas de conducción, resulta fundamental instalar y operar adecuadamente equipos de medición en la totalidad de fuentes de abastecimiento y puntos de entrega (tanques de almacenamiento y regulación, rebombes, plantas de potabilización, etcétera). Con lo anterior se estará en posibilidades de llevar a cabo balances hídricos.
3. Se propone la sectorización de la red de agua potable con la intención de tener mayor control de variables hidráulicas como la presión y los gastos de operación. Con base en lo anterior, se podrá disponer de un programa de control de pérdidas, apoyándose en un análisis hidráulico. Además, es una herramienta para optimizar el uso del agua y la energía eléctrica, que mejora la eficiencia operativa y distribuye el recurso hídrico con equidad.
4. Resulta fundamental identificar y reparar a la brevedad posible, las fugas que se presentan en las tuberías secundarias de la red de distribución. Con esto disminuirá el agua que se desperdicia por esta situación.
5. Es muy importante que los micro medidores que se encuentren en las tomas domiciliarias estén correctamente instalados y dentro de su vida útil.
6. Es indispensable que el proceso de facturación de consumos se lleve a cabo de manera correcta, y que se capacite de manera periódica al personal inmerso en esta actividad, principalmente en temas de medición de agua y normatividad aplicable
7. Los lecturistas deben reportar de manera inmediata las fugas que detecten durante el recorrido de la ruta para la toma de lectura o registro de volumen. Y las cuadrillas o el personal del Organismo Operador deberán de repararlas a la brevedad posible. De igual manera, se deberán de atender rápidamente las fugas que se presenten en las cajas de válvulas.
8. Mantener actualizado el padrón de usuarios, esto propiciará un mayor control de los usuarios y servirá de base para administrar de manera adecuada el vital líquido.
9. Actualizar el catastro de la red de agua potable para tener certidumbre en la infraestructura hidráulica existente, y con base en ello, reemplazar aquella que haya superado su vida útil.



10. Es conveniente realizar el modelo hidráulico de la red de agua potable para predecir el comportamiento de la misma en diferentes escenarios y con ello tomar decisiones de manera preventiva y correctiva.
11. Se recomienda digitalizar (previa actualización) el padrón de usuarios en la plataforma de SIG (Sistema Información Geográfica).
12. Llevar a cabo un proyecto ejecutivo de sustitución de tuberías principales y secundarias que hayan superado su vida útil en la ciudad de Anáhuac.
13. Desarrollar un manual o una guía en donde se estandaricen los criterios que se deben considerar durante la instalación de medidores, toma de lectura, verificación de medidores, validación de lecturas, proceso de facturación, etcétera.
14. Diseñar y construir un banco de pruebas para verificar el correcto funcionamiento de los micro medidores fijos y portátiles.
15. Instalar medidores en tomas domiciliarias que no cuenten con el dispositivo de medición.
16. Establecer un sistema de multas a usuarios que dañen o alteren el correcto funcionamiento del medidor.

### **3.2.7 Consumos per-cápita por tipo de usuario**

Los consumos unitarios se muestran a continuación, se determinaron de la siguiente manera: Se revisó la base de datos del padrón de usuarios que maneja el área comercial, se analizó y se preguntó al personal del Área Comercial de la confiabilidad de la medición domiciliarias, como se ha mencionado no todos los medidores están funcionando correctamente. Se tienen el 100% de la medición domiciliaria: 4,108 tomas domiciliarias, de los cuales solo se mantienen activos el 87.78% de los usuarios; el 64.25% tienen medidor en un estado confiable, menor de cinco años a la fecha; y un 23.53% con medidores obsoletos o más de cinco años. El organismo operador ha estado trabajando en un programa de sustitución de medidores nuevo, para disminuir el porcentaje de los medidores obsoletos. Se han instalado en un mes 70 medidores. Por lo tanto, de los medidores considerados en buen estado y pensando que están en buenas condiciones de funcionamiento hidráulico y que la toma de las lecturas al micromedidor es confiable, se determinaron los consumos anuales y unitarios corresponden al año 2018. Los resultados se muestran en la Tabla 20, donde se determina la distribución de las tomas domiciliarias y su estado de funcionamiento. En la

Tabla 21, la distribución del volumen facturado por tipo de usuario con medidor confiable y medidor obsoleto y consumos unitarios por toma domiciliaria a nivel mensual y en la Tabla 22, la distribución del volumen facturado cobrado.

**Tabla 20 Distribución de las tomas domiciliarias por tipo de usuario y su estado de funcionamiento según base de datos.**

DISTRIBUCIÓN DE LAS TOMAS DOMICILIARIAS POR TIPO DE USUARIO Y EL ESTADO DE FUNCIONAMIENTO DE LOS MEDIDORES INSTALADOS DE 2018 EN ANAHUAC, CHIH.													
TIPOS DE USUARIOS	No. DE TOMAS	EN (%)	TOMAS CONGELADAS	BAJA (adeudos-suspensión del servicio)	TOTAL DE TOMAS SIN SERVICIO	TOMAS C/MEDIDOR	EN (%)	TOMAS CON MEDIDOR - ACTIVAS	EN (%)	TOMAS C/MEDIDOR FUNC. POSIBLEMENTE BIEN	EN (%)	TOMAS C/MEDIDOR FUNC. NO CONFIABLE EN LECT.	EN (%)
<i>DOMÉSTICO</i>	3,950	96.15%	66	278	344	3,950	96.15%	3,606	87.78%	2,639	64.25%	967	23.53%
<i>COMERCIAL</i>	103	2.51%	1	5	6	103	2.51%	97	2.36%	69	1.68%	28	0.69%
<i>ESCOLAR</i>	18	0.44%	1	0	1	18	0.44%	17	0.41%	12	0.29%	5	0.12%
<i>PÚBLICO</i>	37	0.90%	0	0	0	37	0.90%	37	0.90%	25	0.60%	12	0.30%
<b>TOTALES</b>	<b>4,108</b>	<b>100.00%</b>	<b>68</b>	<b>283</b>	<b>351</b>	<b>4,108</b>	<b>100%</b>	<b>3,757</b>	<b>91.46%</b>	<b>2,745</b>	<b>66.82%</b>	<b>1,012</b>	<b>24.63%</b>

**Tabla 21 Distribución del volumen facturado por tipo de usuario con medidor confiable y medidor obsoleto y consumos unitarios**

DATOS DE FACTURACIÓN REPORTADOS POR EL ÁREA COMERCIAL DE 2018 DE ANAHUAC, CHIHUAHUA												
TIPOS DE USUARIOS	No. DE TOMAS	EN (%)	TOMAS C/MEDIDOR - ACTIVAS	TOMAS C/MEDIDOR FUNC. POSIBLEMENTE BIEN	TOMAS C/MEDIDOR FUNC. NO CONFIABLE EN LECT.	VOLUMEN DE AGUA FACTURADO (m <sup>3</sup> /año)	VOLUMEN FACTURADO MEDIDO (m <sup>3</sup> /año)	EN (%)	VOLUMEN FACTURADO CON ERROR EN EL MEDIDOR (m <sup>3</sup> /año)	EN (%)	CONSUMOS UNITARIOS SEGÚN EL VOL. MEDIDO (m <sup>3</sup> /toma/mes)	CONSUMOS UNITARIOS SEGÚN EL VOL. ESTIMADO (m <sup>3</sup> /toma/mes)
<b>DOMÉSTICO</b>	3,950	96.15%	3,606	2,639	967	509,084	372,626	65.42%	136,458	23.96%	12	12
<b>COMERCIAL</b>	103	2.51%	97	69	28	24,249	17,206	3.02%	7,043	1.24%	21	21
<b>ESCOLAR</b>	<b>18</b>	<b>0.44%</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>9,869</b>	<b>6,982</b>	1.23%	<b>2,887</b>	0.51%	<b>48</b>	<b>48</b>
<b>PÚBLICO</b>	37	0.90%	37	25	12	26,404	17,643	3.10%	8,761	1.54%	59	59
<b>TOTALES</b>	<b>4,108</b>	<b>100.00%</b>	<b>3,757</b>	<b>2,745</b>	<b>1,012</b>	<b>569,606</b>	<b>414,457</b>	72.76%	<b>155,149</b>	27.24%	<b>13</b>	<b>13</b>

Nota: El volumen de agua correspondiente a sector escolar no se paga

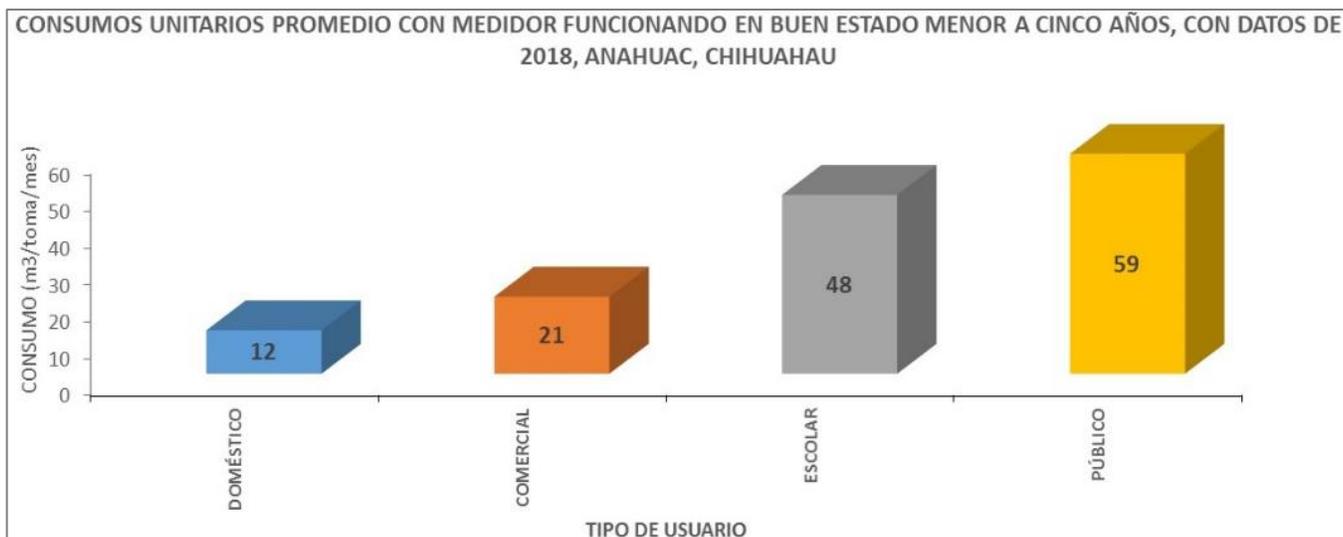
**Tabla 22 Distribución del volumen facturado cobrado según con medidor confiable y medidor obsoleto.**

DATOS DEL VOLUMEN COBRADO REPORTADO POR EL ÁREA COMERCIAL DE 2018 DE ANAHUAC, CHIHUAHUA											
TIPOS DE USUARIOS	No. DE TOMAS	EN (%)	TOMAS C/MEDIDOR - ACTIVAS	TOMAS C/MEDIDOR FUNC. POSIBLEMENTE BIEN	TOMAS C/MEDIDOR FUNC. NO CONFIABLE EN LECT.	VOLUMEN DE AGUA COBRADO (m <sup>3</sup> /año)	EN (%)	VOLUMEN COBRADO MEDIDO (m <sup>3</sup> /año)	EN (%)	VOLUMEN COBRADO CON ERROR EN EL MEDIDOR (m <sup>3</sup> /año)	EN (%)
<b>DOMÉSTICO</b>	3,950	96.15%	3,606	2,639	967	509,084	94.21%	395,464	73.18%	113,620	21.03%
<b>COMERCIAL</b>	103	2.51%	97	69	28	13,733	2.54%	9,744	1.80%	3,989	0.74%
<b>ESCOLAR</b>	<b>18</b>	<b>0.44%</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>5</b>	<b>Vol. No pagado</b>					
<b>PÚBLICO</b>	37	0.90%	37	25	12	17,556	3.25%	11,731	2.17%	5,825	1.08%
<b>TOTALES</b>	<b>4,108</b>	<b>100.00%</b>	<b>3,757</b>	<b>2,745</b>	<b>1,012</b>	<b>540,373</b>	<b>100.00%</b>	<b>416,939</b>	<b>77.16%</b>	<b>123,434</b>	<b>22.84%</b>

En la Tabla 23, se muestran los resultados de los consumos unitarios por tipo de usuario que maneja el organismo operador de la JRAS, en su base de datos del Padrón de Usuarios. Y en la Ilustración 72 se muestran los resultados gráficamente.

**Tabla 23 Consumos unitarios por tipo de usuario según datos del Organismo Operador**

<b>CONSUMOS UNITARIOS PROMEDIO CONSIDERANDO MEDIDORES FUNCIONANDO EN BUEN ESTADO O MENORES DE 5 AÑOS, DE 2018, ANAHUAC, CHIHUAHUA</b>					
ZONA	No. DE MEDIDORES FUNC. BIEN	CONSUMO ANUAL (m <sup>3</sup> /año)	CONSUMOS UNITARIOS		
			(m <sup>3</sup> /toma/año)	(m <sup>3</sup> /toma/bim)	(m <sup>3</sup> /toma/mes)
<b>DOMÉSTICO</b>	2,639	372,626	141	24	12
<b>COMERCIAL</b>	69	17,206	250	42	21
<b>ESCOLAR</b>	12	6,982	581	97	48
<b>PÚBLICO</b>	25	17,643	714	119	59
	<b>2,745</b>	<b>414,457</b>	<b>421</b>	<b>70</b>	<b>35</b>
	<b>TOTAL TOMAS</b>	<b>CONSUMO TOTAL (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>CONSUMOS UNITARIOS PROMEDIO (m<sup>3</sup>)</b>		



**Ilustración 72 Comparativa de consumos unitarios por tipo de usuario según JRAS**

### 3.2.8 Procesos de generación de consumos

Se analizó el proceso de generación de consumos mediante dos metodologías que se describen a continuación.

## 1.- Toma de lecturas

Se acompañó a los lecturistas en la toma de lecturas de los sectores 2 y 3, un lecturista en cada sector, para comparar las lecturas tomada por el personal de la JRAS y las lecturas tomas por personal del IMTA.

De las 283 tomas de lectura, solamente 5 resultaron diferentes, lo que representa un 1.77 %, de las cuales la diferencia en cuatro tomas fue de 1 m<sup>3</sup> y en una toma de 3 m<sup>3</sup>. Cabe comentar que el IMTA tomó la lectura con decimales, pero para la comparación se consideraron únicamente los números enteros, ya que la JRAS únicamente captura los números enteros. En la Tabla 24.

**Tabla 24 Toma de lecturas de una muestra.**

CUENTA	Lectura JRAS	Lectura IMTA	IMTA-JRAS	CUENTA	Lectura JRAS	Lectura IMTA	IMTA-JRAS
0020260009	77	77	0	0030440010	574	574	0
0020260007	788	788	0	0030440007	5771	5,771	0
0020260006	641	641	0	0030440011	42	42	0
0020270001	308	308	0	0030440006	938	938	0
0020270002	2780	2780	0	0030450003	3	3	0
0020260005	880	880	0	0030450014	235	235	0
0020260004	3427	3427	0	0030450001	585	585	0
0020180001	8108	8108	0	0030450011	67	67	0
0020190003	507	507	0	0030450010	2626	2,626	0
0020110003	584	584	0	0030450009	2254	2,254	0
0020040011	1	1	0	0030450012	2382	2,382	0
0020040005	961	961	0	0030450008	3292	3,292	0
0020040001	12	12	0	0030450007	623	623	0
0020030002	940	940	0	0030450006	117	117	0
0020020002	386	386	0	0030460010	59	59	0
0020020001	2813	2813	0	0030460009	973	973	0
0020010007	266	266	0	0030460011	73	73	0
0020010008	88	87	-1	0030390009	1700	1,700	0
0020010002	2668	2668	0	0030390008	827	827	0
0020010005	268	268	0	0030390007	38	38	0
0020140009	9	9	0	0030390006	5051	5,051	0
0020020012	195	195	0	0030390005	16	16	0
0020130009	665	665	0	0030390004	1669	1,669	0
0020020008	506	506	0	0030390003	2340	2,340	0
0020020011	47	47	0	0030390001	3536	3,536	0
0020020006	2727	2727	0	0030350005	5402	5,402	0
0020030008	1228	1228	0	0030350008	401	401	0



ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS,  
CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE  
ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHTEMOC ESTADO DE  
CHIHUAHUA



CUENTA	Lectura JRAS	Lectura IMTA	IMTA-JRAS	CUENTA	Lectura JRAS	Lectura IMTA	IMTA-JRAS
0020120014	1231	1231	0	0030350002	1103	1,103	0
0020120013	1320	1320	0	0030250004	43	43	0
0020120002	5084	5084	0	0030250003	1434	1,434	0
0020120003	1553	1553	0	0030250001	555	555	0
0020040007	4048	4048	0	0030240004	663	663	0
0020110004	1346	1346	0	0030240003	1955	1,955	0
0020040012	167	167	0	0030240002	5883	5,883	0
0020050011	3253	3253	0	0030240010	1030	1,030	0
0020050013	5619	5619	0	0030230009	5258	5,258	0
0020050004	13	13	0	0030230010	2500	2,500	0
0020050008	4854	4854	0	0030230011	2624	2,624	0
0020050009	3516	3516	0	0030230001	1393	1,393	0
0020050010	5025	5025	0	0030230002	4605	4,605	0
0020060009	4740	4740	0	0030230005	1426	1,426	0
0020060007	937	937	0	0030230006	610	610	0
0020070004	3991	3991	0	0030230007	588	588	0
0020070006	2429	2429	0	0030230008	5134	5,134	0
0020060006	3477	3477	0	0030240007	3332	3,332	0
0020060004	4588	4588	0	0030240006	2862	2,862	0
0020060002	6131	6131	0	0030240005	3271	3,271	0
0020060013	434	434	0	0030150005	1436	1,436	0
0020090016	4	4	0	0030160004	1699	1,699	0
0020090010	45	45	0	0030230012	46	46	0
0020090015	87	87	0	0030160005	2198	2,198	0
0020070007	1139	1139	0	0030160012	34	34	0
0020070001	5152	5152	0	0030160006	253	253	0
0020080001	890	890	0	0030160013	171	171	0
0020080010	273	273	0	0030160007	1448	1,448	0
0020080003	5845	5846	1	0030160008	3491	3,491	0
0020080005	2553	2553	0	0030160009	4134	4,134	0
0020080006	1564	1564	0	0030170004	699	699	0
0020090001	1489	1489	0	0030170003	3583	3,583	0
0020090002	3854	3854	0	0030170001	3695	3,695	0
0020090003	1119	1119	0	0030170012	394	394	0
0020090005	453	453	0	0030170013	313	313	0
0020090006	1357	1357	0	0030220001	1817	1,817	0
0020090007	1271	1271	0	0030220010	2975	2,975	0
0020090008	7352	7352	0	0030220009	7254	7,254	0
0020090017	12	12	0	0030220007	1971	1,971	0



ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS,  
CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE  
ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHTEMOC ESTADO DE  
CHIHUAHUA



CUENTA	Lectura JRAS	Lectura IMTA	IMTA-JRAS	CUENTA	Lectura JRAS	Lectura IMTA	IMTA-JRAS
0020190009	3	3	0	0030220006	1589	1,589	0
0020190008	4331	4331	0	0030220005	353	353	0
0020190015	31	30	-1	0030220004	2051	2,051	0
0020190007	17	14	-3	0030400009	157	157	0
0020180004	5217	5217	0	0030400001	3473	3,473	0
0020110006	1716	1716	0	0030400002	1574	1,574	0
0020120004	25	25	0	0030400011	113	113	0
0020170011	785	785	0	0030400010	1284	1,284	0
0020170014	219	219	0	0030400006	3170	3,170	0
0020170009	2373	2373	0	0030400007	3231	3,231	0
0020120007	2554	2554	0	0030400008	296	296	0
0020120009	1360	1360	0	0030170009	635	634	-1
0020130010	241	241	0	0030170006	2558	2,558	0
0020130011	3050	3050	0	0030170005	1637	1,637	0
0020160006	7	7	0	0030030010	5425	5,425	0
0020160001	954	954	0	0030030001	4445	4,445	0
0020160002	778	778	0	0030030012	229	229	0
0020130003	5791	5791	0	0030030002	1682	1,682	0
0020130004	487	487	0	0030030013	227	227	0
0020140003	2669	2669	0	0030020004	1	1	0
0020150002	525	525	0	0030020005	622	622	0
0020140008	107	107	0	0030020006	3240	3,240	0
0020150003	3494	3494	0	0030020008	1201	1,201	0
0020150004	4779	4779	0	0030020009	2017	2,017	0
0020150008	138	138	0	0030180012	1812	1,812	0
0020300004	2953	2953	0	0030180005	954	954	0
0020300001	472	472	0	0030180004	18	18	0
0020150007	3459	3459	0	0030180002	2239	2,239	0
0020160005	4547	4547	0	0030180001	1048	1,048	0
0020290003	4154	4154	0	0030180014	1481	1,481	0
0020290001	5142	5142	0	0030180013	403	403	0
0020160003	1162	1162	0	0030180016	183	183	0
0020170005	599	599	0	0030180009	1847	1,847	0
0020170004	816	816	0	0030180008	168	168	0
0020170003	3980	3980	0	0030190002	396	396	0
0020180005	2825	2825	0	0030190001	3232	3,232	0
0020180006	1474	1474	0	0030190005	5233	5,233	0
0020190011	799	799	0	0030200001	4584	4,584	0
0020190001	948	948	0	0030200002	2941	2,941	0



ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS,  
CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE  
ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHTEMOC ESTADO DE  
CHIHUAHUA



CUENTA	Lectura JRAS	Lectura IMTA	IMTA- JRAS	CUENTA	Lectura JRAS	Lectura IMTA	IMTA- JRAS
0020200008	4078	4078	0	0030200003	2633	2,633	0
0020200009	2397	2397	0	0030200004	102	102	0
0020250015	650	650	0	0030210004	1525	1,525	0
0020250004	3871	3871	0	0030210001	1679	1,679	0
0020200001	944	944	0	0030210002	3081	3,081	0
0020200002	1187	1187	0	0030210013	75	75	0
0020210002	4	4	0	0030210011	3424	3,424	0
0020240005	774	774	0	0030210010	1052	1,052	0
0020240004	2982	2982	0	0030210008	2489	2,489	0
0020210009	28	28	0	0030210007	845	845	0
0020220001	190	190	0	0030210006	2310	2,310	0
0020230005	445	445	0	0030210017	146	146	0
0020230003	449	449	0	0030210005	116	116	0
0020370005	2316	2316	0	0030210014	115	115	0
0020240009	2057	2057	0	0030210015	149	149	0
0020370004	579	579	0	0030210018	457	457	0
0020240008	3116	3116	0	0030410009	2167	2,167	0
0020250013	1298	1298	0	0030410010	646	646	0
0020250012	839	839	0	0030410011	980	980	0
0020250006	5867	5867	0	0030410001	3194	3,194	0
0020360008	229	229	0	0030410013	11	11	0
0020250016	693	693	0	0030410002	2874	2,874	0
0030430005	3720	3,720	0	0030410003	3279	3,279	0
0030430004	1598	1,598	0	0030410004	4823	4,823	0
0030430003	800	800	0	0030410005	3347	3,347	0
0030430002	6658	6,658	0	0030420004	4463	4,463	0
0030430001	966	966	0	0030420003	317	317	0
0030420006	857	857	0	0030420002	1087	1,087	0
0030430009	3992	3,992	0	0030410006	428	428	0
0030430011	2	2	0	0030410007	3681	3,681	0
0030430008	3407	3,407	0	0030410008	4348	4,348	0
0030420005	268	268	0	0030420001	707	707	0
0030430007	1291	1,291	0	0030190004	179	179	0
0030440001	5250	5,250	0	0030010003	3344	3,344	0
0030440009	2693	2,693	0	0030020013	1648	1,648	0
0030440008	553	553	0	0030020001	5644	5,644	0
				0030030011	47	47	0

## 2.- Consumo medio mensual

El IMTA realizó la toma de lecturas de un periodo en una muestra de tomas de los sectores 1 y 4, con lo que se obtuvo el consumo medio mensual, el cual se comparó con el obtenido del historial de consumos de la JRAS.

En la Tabla 25 se presentan las lecturas tomas en campo por el IMTA, en una muestra de 99 tomas de uso doméstico, obteniendo un promedio del consumo mensual de 12.13 m<sup>3</sup>. El consumo medio mensual, obtenido con la facturación de la JRAS de 2018, fue de 12 m<sup>3</sup>, resultando una submedición del 1.11%.

**Tabla 25 Consumo medio mensual de una muestra.**

CLAVE_CATA	lectura 1	Lectura2	Consumo	Periodo	ConsMedMen
041-057-010	1169.787	1183.216	13.429	35	11.511
041-040-002	7117.913	7147.251	29.338	34	25.886
041-055-001	2898.917	2914.803	15.886	34	14.017
041-055-021	3241.842	3262.189	20.347	34	17.953
041-056-011	654.278	665.705	11.427	34	10.083
041-071-015-01	263.933	269.789	5.856	35	5.019
041-071-003	26.863	41.301	14.438	35	12.375
041-071-006	21.319	29.844	8.525	35	7.307
041-071-007	410.983	421.055	10.072	35	8.633
041-070-006	2550.512	2570.709	20.197	35	17.312
041-070-010	23.798	32.340	8.542	35	7.322
041-038-005	3226.773	3245.531	18.758	40	14.069
041-038-004-A	3221.565	3233.719	12.154	40	9.116
041-038-004-B	1099.256	1118.008	18.752	40	14.064
041-037-006	3200.721	3209.717	8.996	40	6.747
041-037-013	1091.016	1098.266	7.250	40	5.438
041-023-011-B	7.611	17.866	10.255	38	8.096
041-023-009	3578.165	3599.020	20.855	38	16.464
041-023-007	6879.697	6922.817	43.120	38	34.042
041-002-007	2467.172	2471.134	3.962	38	3.128
041-002-013	5459.674	5482.690	23.016	38	18.171
041-002-004	3136.179	3162.615	26.436	38	20.871
041-022-008-A	1394.453	1402.314	7.861	38	6.206
041-022-008-B	653.406	678.965	25.559	38	20.178
041-022-007-2	3117.909	3142.278	24.369	38	19.239
041-003-007	3140.803	3162.352	21.549	38	17.012
041-026-005	2796.373	2801.721	5.348	35	4.584
041-026-009	3419.957	3431.478	11.521	35	9.875

CLAVE_CATA	lectura 1	Lectura2	Consumo	Periodo	ConsMedMen
041-026-001-A	5415.696	5425.774	10.078	35	8.638
041-048-002	3776.624	3782.072	5.448	35	4.670
041-044-008	4752.891	4782.162	29.271	35	25.089
041-044-008-B	4125.132	4142.268	17.136	35	14.688
041-053-012	3411.986	3427.510	15.524	34	13.698
041-063-005	454.277	468.475	14.198	35	12.170
041-063-013	4048.430	4067.912	19.482	35	16.699
041-055-006	2585.484	2593.449	7.965	34	7.028
041-064-003	1959.683	1968.235	8.552	34	7.546
041-064-013	712.950	727.774	14.824	34	13.080
041-067-014	5834.428	5858.428	24.000	35	20.571
041-067-004	2545.359	2551.475	6.116	35	5.242
041-053-010	3397.471	3409.146	11.675	34	10.301
043-018-002	2107.570	2156.889	49.319	37	39.988
043-027-002	2511.646	2526.185	14.539	37	11.788
044-046-004	659.609	666.939	7.330	38	5.787
044-005-002	1517.906	1522.189	4.283	37	3.473
044-016-002	3239.831	3254.306	14.475	37	11.736
044-006-011	898.758	911.123	12.365	37	10.026
043-050-001	2714.463	2725.365	10.902	37	8.839
044-026-008	3311.784	3337.911	26.127	39	20.098
044-027-008	623.998	653.354	29.356	38	23.176
044-047-010	272.319	280.155	7.836	40	5.877
043-040-005	794.111	800.747	6.636	38	5.239
043-049-004	3702.746	3716.572	13.826	38	10.915
043-018-009	1431.481	1441.340	9.859	37	7.994
043-018-014	3276.231	3297.758	21.527	37	17.454
044-046-009	1489.482	1500.023	10.541	38	8.322
044-017-008	154.193	168.227	14.034	38	11.079
044-016-006	739.003	746.122	7.119	37	5.772
044-006-010	2926.538	2950.215	23.677	37	19.198
043-050-004	202.507	220.223	17.716	37	14.364
043-050-004-A	6527.783	6564.677	36.894	37	29.914
043-050-005	2069.769	2100.999	31.230	37	25.322
044037-012	235.206	243.549	8.343	39	6.418
043-017-012	436.134	446.108	9.974	33	9.067
043-028-005	932.821	939.125	6.304	33	5.731
043-026-006	1329.440	1337.947	8.507	37	6.898
043-026-010	5144.617	5158.856	14.239	37	11.545

CLAVE_CATA	lectura 1	Lectura2	Consumo	Periodo	ConsMedMen
043-026-013	584.187	593.553	9.366	37	7.594
043-004-002	1757.957	1764.170	6.213	37	5.038
043-004-004	1882.366	1895.469	13.103	37	10.624
043-004-009	635.573	643.679	8.106	37	6.572
044-025-005	1175.870	1190.258	14.388	39	11.068
044-025-002-A	135.485	152.044	16.559	39	12.738
044-038-005	2167.509	2172.237	4.728	39	3.637
044-038-004	2361.875	2387.705	25.830	39	19.869
044-038-001	246.303	255.236	8.933	39	6.872
044-038-009	628.091	647.495	19.404	39	14.926
044-038-008	391.422	401.540	10.118	39	7.783
044-045-015	686.050	704.868	18.818	39	14.475
044-045-014	280.382	298.281	17.899	39	13.768
044-045-013	583.979	588.742	4.763	39	3.664
044-045-003	3676.741	3696.981	20.240	39	15.569
044-045-001	147.492	154.286	6.794	38	5.364
044-018-001	4241.450	4247.503	6.053	38	4.779
044-018-004	3080.656	3108.854	28.198	38	22.262
044-018-004-A	1064.925	1104.804	39.879	38	31.483
044-018-007	4425.183	4444.170	18.987	38	14.990
044-018-009	136.621	152.384	15.763	38	12.444
044-018-009-A	4759.805	4771.229	11.424	38	9.019
043-041-002	456.392	465.896	9.504	38	7.503
043-041-002-B	348.908	361.862	12.954	38	10.227
043-041-001-A	82.721	93.071	10.350	38	8.171
043-048-010	532.312	543.548	11.236	37	9.110
044-004-009	3018.449	3043.570	25.121	37	20.368
044-004-005	302.465	307.663	5.198	37	4.215
044-004-001	1174.167	1187.651	13.484	37	10.933
044-004-001-3	127.841	133.432	5.591	37	4.533
044-004-001-5	383.888	392.044	8.156	37	6.613
044-004-002	2829.956	2836.028	6.072	37	4.923

## Conclusión

En la revisión de la toma de lecturas en tomas domiciliarias se obtuvo un error del 1.77% de número de lecturas tomadas; y en la revisión del con consumo medio mensual se obtuvo un error de submedición del 1.11%. Estos errores son muy bajos, por lo que se puede decir que las pérdidas comerciales no radican en la generación de consumos.

### 3.2.9 Usuarios abastecidos con pipas

El organismo operador (JRAS) proporcionó información relacionada con los usuarios que son abastecidos con pipas, los datos se muestran a nivel mensual y anual en la Tabla 26.

- Servicios de mantenimiento con el Vactor: 118 servicios al año
- Servicios a la presidencia (Servicio Público): 33 servicios al año
- Se atendieron 543 usuarios al año

**Los volúmenes facturados sin cobro se indican en la misma tabla.**

- Volumen facturado para mantenimiento con el Vactor: 584.1 m<sup>3</sup>/año
- Volumen facturado para la presidencia (Servicio Público): 365.9 m<sup>3</sup>/año
- Volumen facturado entregado a los usuarios: 928.6 m<sup>3</sup>/año

**Tabla 26 Relación de servicios y usuarios facturados con pipas para 2018**

No. DE SERVICIOS CON PIPA, USUARIOS Y VOLUMEN FACTURADO SIN COBRO DURANTE 2018 EN ANAHUAC, CHIHUAHUA													
CONCEPTO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTALES ANUALES
<b>VECTOR PARA MANTENIMIENTO</b>													
No. de servicios por mes	26	6	10	6	5	5	4	20	18	5	2	11	118
<b>PRESIDENCIA (SERVICIO PÚBLICO)</b>													
No. de servicios por mes	2	2	1	0	5	9	4	0	0	1	8	1	33
<b>ATENCIÓN A USUARIOS</b>													
No. de usuarios por mes	35	26	62	85	88	90	41	33	21	23	24	15	543
<b>VOLUMEN ENTREGADO (m3/mes)</b>													
<b>VECTOR PARA MANTENIMIENTO</b>													
Volumen facturado con pipas (m <sup>3</sup> /mes)	35	21	47	20	60	46	12.4	110.5	117.2	22	50	43	584.1
<b>PRESIDENCIA (SERVICIO PÚBLICO)</b>													
Volumen facturado con pipas (m <sup>3</sup> /mes)	33	29	13	0	75	130.9	43	0	0	1	39.5	1.5	365.9
<b>ATENCIÓN A USUARIOS</b>													
Volumen facturado con pipas (m <sup>3</sup> /mes)	95.8	59	79.1	128.3	148.4	141.3	77.6	75.5	32.6	31	41.5	18.5	928.6

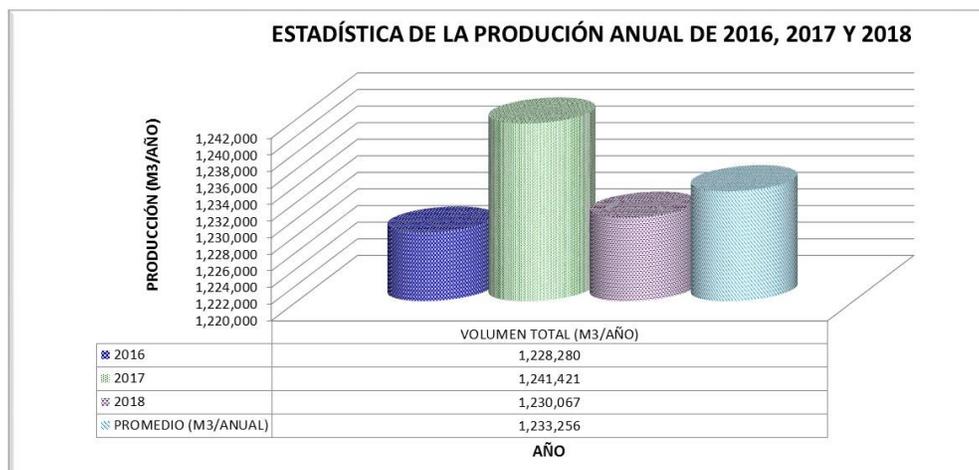
### 3.2.10 Estadísticas de producción de pozos activos según JRAS de Anáhuac

La localidad de Anáhuac, Chihuahua, se abastece de dos fuentes subterráneas; sus sistema de medición es a través de telemetría; la estadística reportada es de tres años: 2016, 2017, y 2018.

En la Tabla 27 se indican los datos de producción anual de cada pozo, según la información proporcionada por el Organismo Operador de Anáhuac. De acuerdo con estos valores la **producción promedio anual es de 1'233,256 m<sup>3</sup>/año**. Así mismo ver Ilustración 73.

**Tabla 27 Estadística de producción de los años 2016, 2017 y 2018**

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCIÓN TOTAL ANUAL DE 2016, 2017 Y 2018, DE ANAHUAC, CHIHUAHUA			
AÑO	POZO #1	POZO #2	TOTAL
2016	846,234	382,046	1,228,280
2017	803,162	438,259	1,241,421
2018	780,437	449,630	1,230,067
<b>PROMEDIO (M3/AÑO)</b>	<b>809,944</b>	<b>423,312</b>	<b>1,233,256</b>



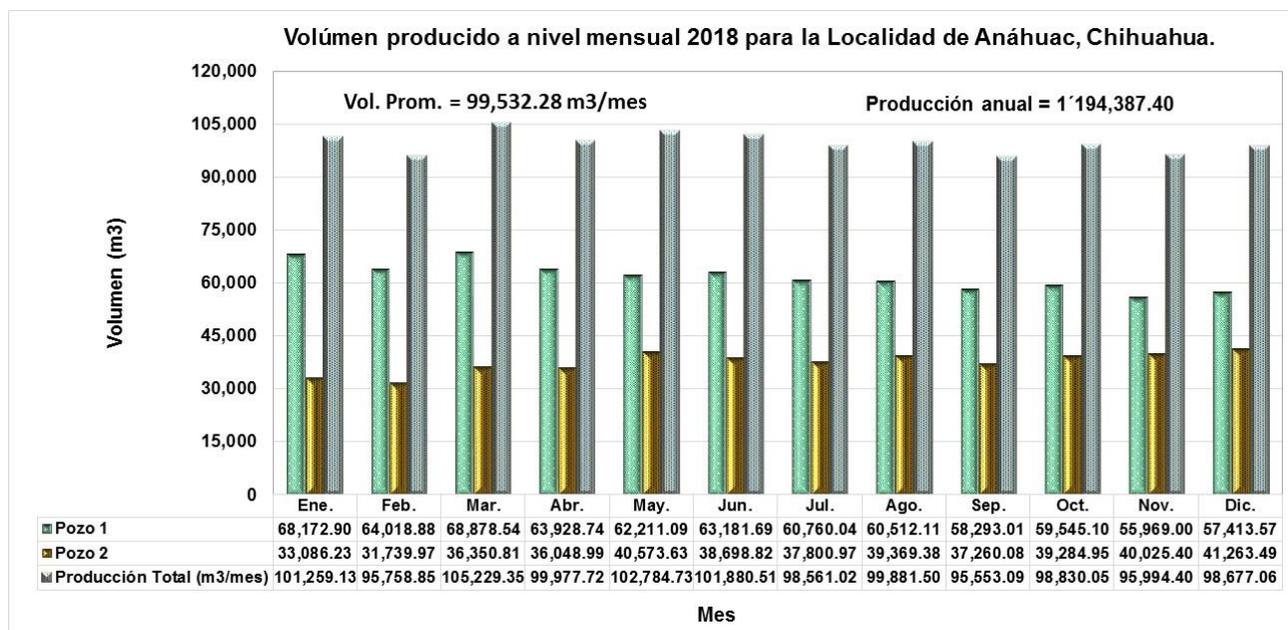
**Ilustración 73 Comparativa de las producciones reportadas de 2016, 2017 y 2018.**

Para fines del estudio, se analizó la información de 2018 para determinar el balance de agua y eficiencias. Se solicitó al JRAS, los registros de los volúmenes de producción registrados con el sistema de telemetría que reporta datos de los gastos extraídos y niveles en tanque de 2018. **La producción a utilizar para el análisis del estudio resultó de 1'194,387.40 m<sup>3</sup>/año para 2018, como reporte de la JRAS.** (ver Tabla 28 y la Ilustración 74) Es diferente a la proporcionada que se maneja como oficial, la diferencia es de 38,868.6 m<sup>3</sup>/año, considera como sobreestimación.

**Tabla 28 Volúmenes analizados de registros de medición por telemetría en pozos de JRAS**

Volúmenes obtenidos de los registros de medición del JRAS, 2018					
Mes	Pozo 1		Pozo 2		Producción Total (m3/mes)
	Vol. acumulado	Producción mensual (m3/mes)	Vol. acumulado	Producción mensual (m3/mes)	
Dic.	2,827,346.18		1,531,546.74		

Volúmenes obtenidos de los registros de medición del JRAS, 2018					
Mes	Pozo 1		Pozo 2		Producción Total (m3/mes)
	Vol. acumulado	Producción mensual (m3/mes)	Vol. acumulado	Producción mensual (m3/mes)	
Ene.	2,895,519.07	68,172.90	1,564,632.98	33,086.23	101,259.13
Feb.	2,959,537.95	64,018.88	1,596,372.94	31,739.97	95,758.85
Mar.	3,028,416.49	68,878.54	1,632,723.76	36,350.81	105,229.35
Abr.	3,092,345.23	63,928.74	1,668,772.74	36,048.99	99,977.72
May.	3,154,556.32	62,211.09	1,709,346.37	40,573.63	102,784.73
Jun.	3,217,738.01	63,181.69	1,748,045.20	38,698.82	101,880.51
Jul.	3,278,498.06	60,760.04	1,785,846.17	37,800.97	98,561.02
Ago.	3,339,010.17	60,512.11	1,825,215.55	39,369.38	99,881.50
Sep.	3,397,303.18	58,293.01	1,862,475.63	37,260.08	95,553.09
Oct.	3,456,848.28	59,545.10	1,901,760.58	39,284.95	98,830.05
Nov.	3,512,817.27	55,969.00	1,941,785.99	40,025.40	95,994.40
Dic.	3,570,230.84	57,413.57	1,983,049.48	41,263.49	98,677.06
<b>Producción anual (m3)</b>		<b>742,884.67</b>		<b>451,502.74</b>	<b>1,194,387.40</b>



**Ilustración 74** Comparativa de volúmenes extrídos por pozo y producción total

### 3.2.11 Aforos en pozos de la JRAS de Anáhuac para analizar la producción de 2019

Se instalaron equipos ultrasónicos en fuentes de abastecimiento de la JRAS de Anáhuac, con fines de verificar el Macromedidor de cada pozo, las características de los aparatos son las siguientes:



Tipo: Propela, transmisor de pulsos, con convertidor a 4-20 MA

Marca: BADGER METER

Modelo: 220B

No. serie: No disponible

Año de fabricación: 2010

Año de instalación: 2010

Mantenimiento: Con frecuencia

Estos aparatos se tienen instalados con el sistema de telemetría en pozos, los tanques disponen de una graduación de llenado. Con esta comparativa de aforos, se analizará el error de sub o sobre medición. Los aforos en pozo #1 y Pozo #2, se realizaron durante cuatro días de manera simultánea: a continuación se muestran los resultados obtenidos. En caso de resultar un porcentaje de error por sub o sobre medición, se corregirán los datos proporcionados por la JRAS.

#### **Aforo del día 11/02/2019 en Pozo #1 (ver Tabla 29)**

*Medidor Residente (JRAS)*

*Volumen total durante las horas de operación: 957.71 m<sup>3</sup>*

*Gasto promedio: 24.74 l/s*

#### **Medidor Ultrasonico (IMTA)**

*Gasto promedio: 30.11 l/s*

*Volumen submedido: -230.81 m<sup>3</sup>*

*Porcentaje de error: -17.82%*

#### **Aforo del día 12/02/2019 en Pozo #1 (ver Tabla 30)**

*Medidor Residente (JRAS)*

*Volumen total durante las horas de operación: 834.70 m<sup>3</sup>*

*Gasto promedio: 24.41 l/s*

#### **Medidor Ultrasonico (IMTA)**

*Gasto promedio: 30.57 l/s*

*Volumen submedido: -234.05 m<sup>3</sup>*

*Porcentaje de error: -20.14%*

#### **Aforo del día 13/02/2019 en Pozo #1 (ver Tabla 31)**

*Medidor Residente (JRAS)*

*Volumen total durante las horas de operación: 1,094.12 m<sup>3</sup>*

*Gasto promedio: 28.27 l/s*

#### **Medidor Ultrasonico (IMTA)**

*Gasto promedio: 30.38 l/s*

*Volumen submedido: -90.57 m<sup>3</sup>*



Porcentaje de error: -6.92%

**Aforo del día 14/02/2019 en Pozo #1 (ver Tabla 32)**

*Medidor Residente (JRAS)*

*Volumen total durante las horas de operación: 1,062.41 m<sup>3</sup>*

*Gasto promedio: 27.45 l/s*

**Medidor Ultrasónico (IMTA)**

*Gasto promedio: 30.79 l/s*

*Volumen submedido: -143.40 m<sup>3</sup>*

*Porcentaje de error: -10.83%*

En la Tabla 33, se indica una comparativa de los gastos registrados en el pozo #1 de cada uno de los equipos, en el formato se muestra la fecha del aforo, la hora, el  $Q_{\text{ultrasónico}}$  (medidor de IMTA) y el  $Q_{\text{permanente}}$  (medidor de la JRAS). En la Ilustración 75, se muestran los datos graficados, donde se puede observar la curva comparativa de cada medidor, apreciándose que existe una diferencia de valores y el medidor del sistema de telemetría de la JRAS el resultado, indica que opera en el rango de la submedición; es decir existe un volumen que no se está registrando. Es conveniente, que con estos resultados, se realice una revisión de cómo está operando el sistema de Telemetría, porque el Organismo Operador no dispone de un manual de operación. Esta recomendación, no es con fines de alterar la programación del sistema de cómo está funcionando, se pretende con esta verificación, mejorar la medición, para disminuir las pérdidas por sub o sobre medición, caudales que deben regularizarse, por fallas que se ocasionan probablemente la falta de mantenimiento a los sensores de caudal, desconfiguración del sistema por descargas eléctricas, entre otras causas.

También cabe indicar que en la Tabla 33, se presentan datos de un color rojo, de un rango entre las 12 de noche a cinco de la mañana, durante este rango hay un gasto que varía, indicando presencia de fugas en la red de distribución o una toma clandestina.

En la Tabla 34, se muestra un concentrado de los resultados promedio de los aforos registrados en el pozo #1, los datos analizados con la información de la JRAS se afectaron por el porcentaje de error por submedición obtenido.

A continuación se indican algunos datos ya corregidos:

Volumen promedio por hora corregido: 101.75 m<sup>3</sup>

Volumen mensual corregido = 74,274.04 m<sup>3</sup>

Volumen anual corregido = 891,288.45 m<sup>3</sup>

% de error por submedición calculado promedio: -13.95%

**Tabla 29 Día 1, datos del aforo con equipo ultrasónico del IMTA en el Pozo #1**

AUDITORÍA A MEDIDORES DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 25 MM										
DATOS DEL POZO										
Nombre:	POZO #1	Domicilio:	Av. Emiliano Carranza entre Av. Agricultura con Av. Independencia							
Fecha	Hora de inicio	Medidor Residente					Ultrasónico		Vol. (L) submedido	Error (%)
		Lec inic (m3)	Lec fin (m3)	Vol. (L)	Tiempo seg	Q=L/S	Q equipo = L/S			
11/02/2019	01:00:00 p. m.	3643781.7								
11/02/2019	01:15:00 p. m.	3643803.8	22.09	22086.7	900	24.54	30.33	-5.79	-19.08%	
11/02/2019	01:30:00 p. m.	3643825.8	21.96	21958.6	900	24.40	30.11	-5.71	-18.96%	
11/02/2019	01:45:00 p. m.	3643848.0	22.18	22179.8	900	24.64	30.27	-5.63	-18.59%	
11/02/2019	02:00:00 p. m.	3643870.1	22.18	22177.3	900	24.64	30.51	-5.86	-19.22%	
11/02/2019	02:15:00 p. m.	3643892.3	22.14	22140.1	900	24.60	30.46	-5.86	-19.24%	
11/02/2019	02:30:00 p. m.	3643914.5	22.28	22282.2	900	24.76	30.20	-5.44	-18.01%	
11/02/2019	02:45:00 p. m.	3643936.9	22.40	22399.1	900	24.89	29.81	-4.93	-16.52%	
11/02/2019	03:00:00 p. m.	3643959.4	22.44	22437.0	900	24.93	30.09	-5.16	-17.14%	
11/02/2019	03:15:00 p. m.	3643981.6	22.25	22251.9	900	24.72	30.03	-5.31	-17.67%	
11/02/2019	03:30:00 p. m.	3644003.7	22.07	22072.5	900	24.52	30.28	-5.75	-19.00%	
11/02/2019	03:45:00 p. m.	3644025.9	22.23	22229.5	900	24.70	29.81	-5.11	-17.15%	
11/02/2019	04:00:00 p. m.	3644048.3	22.40	22396.5	900	24.88	30.25	-5.36	-17.72%	
11/02/2019	04:15:00 p. m.	3644070.8	22.45	22452.4	900	24.95	30.16	-5.21	-17.29%	
11/02/2019	04:30:00 p. m.	3644093.3	22.52	22518.0	900	25.02	30.21	-5.19	-17.18%	
11/02/2019	04:45:00 p. m.	3644115.8	22.50	22500.4	900	25.00	29.91	-4.91	-16.42%	
11/02/2019	05:00:00 p. m.	3644138.2	22.41	22408.9	900	24.90	30.20	-5.30	-17.56%	
11/02/2019	05:15:00 p. m.	3644160.3	22.13	22132.3	900	24.59	30.12	-5.53	-18.36%	
11/02/2019	05:30:00 p. m.	3644182.3	21.92	21918.6	900	24.35	30.12	-5.77	-19.15%	
11/02/2019	05:45:00 p. m.	3644204.4	22.10	22101.4	900	24.56	30.01	-5.45	-18.17%	
11/02/2019	06:00:00 p. m.	3644226.6	22.23	22229.4	900	24.70	30.18	-5.48	-18.17%	
11/02/2019	06:15:00 p. m.	3644248.8	22.23	22227.1	900	24.70	30.43	-5.73	-18.83%	
11/02/2019	06:30:00 p. m.	3644271.2	22.41	22412.9	900	24.90	30.09	-5.18	-17.23%	
11/02/2019	06:45:00 p. m.	3644293.8	22.52	22518.0	900	25.02	30.09	-5.07	-16.65%	
11/02/2019	07:00:00 p. m.	3644316.3	22.52	22518.0	900	25.02	29.88	-4.86	-16.26%	
11/02/2019	07:15:00 p. m.	3644338.8	22.48	22479.8	900	24.98	30.05	-5.07	-16.88%	
11/02/2019	07:30:00 p. m.	3644361.1	22.31	22310.5	900	24.79	29.91	-5.12	-17.12%	
11/02/2019	07:45:00 p. m.	3644383.2	22.11	22113.0	900	24.57	30.14	-5.57	-18.47%	
11/02/2019	08:00:00 p. m.	3644405.3	22.15	22146.9	900	24.61	30.27	-5.66	-18.69%	
11/02/2019	08:15:00 p. m.	3644427.6	22.23	22234.5	900	24.70	29.92	-5.21	-17.42%	
11/02/2019	08:30:00 p. m.	3644449.8	22.23	22234.5	900	24.70	30.08	-5.37	-17.86%	
11/02/2019	08:45:00 p. m.	3644472	22.21	22205.1	900	24.67	30.28	-5.61	-18.52%	
11/02/2019	09:00:00 p. m.	3644494.2	22.21	22206.1	900	24.67	29.95	-5.27	-17.61%	
11/02/2019	09:15:00 p. m.	3644516.7	22.53	22526.8	900	25.03	29.91	-4.88	-16.32%	
11/02/2019	09:30:00 p. m.	3644539.2	22.50	22499.9	900	25.00	30.05	-5.05	-16.82%	
11/02/2019	09:45:00 p. m.	3644561.5	22.24	22243.5	900	24.72	30.04	-5.32	-17.72%	
11/02/2019	10:00:00 p. m.	3644583.6	22.09	22090.9	900	24.55	30.02	-5.48	-18.25%	
11/02/2019	10:15:00 p. m.	3644605.6	22.05	22053.5	900	24.50	30.19	-5.69	-18.83%	
11/02/2019	10:30:00 p. m.	3644628	22.36	22362.4	900	24.85	30.03	-5.18	-17.25%	
11/02/2019	10:45:00 p. m.	3644650.4	22.40	22396.5	900	24.88	29.84	-4.95	-16.60%	
11/02/2019	11:00:00 p. m.	3644672.8	22.41	22407.3	900	24.90	30.32	-5.42	-17.88%	
11/02/2019	11:15:00 p. m.	3644695.2	22.45	22448.1	900	24.94	30.05	-5.10	-16.98%	
11/02/2019	11:30:00 p. m.	3644717.4	22.21	22207.8	900	24.68	30.26	-5.58	-18.45%	
11/02/2019	11:45:00 p. m.	3644739.4	21.99	21991.5	900	24.43	30.11	-5.68	-18.85%	
Datos generales en horas de servicio			957.71	957,707.01	38,700.00	24.75	30.11	-230.81	-17.82%	
			TOTALES			PROMEDIO		TOTAL	PROMEDIO	

**Tabla 30 Día 2, datos del aforo con equipo ultrasónico del IMTA en el Pozo #1**

AUDITORÍA A MEDIDORES DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 25 MM									
DATOS DEL POZO									
Nombre:	POZO #1	Domicilio:	Av. Emiliano Carranza entre Av. Agricultura con Av. Independencia						
Fecha	Hora de inicio	Medidor Residente					Ultrasónico	Vol. (L) submedido	Error (%)
		Lec inic (m3)	Lec fin (m3)	Vol. (L)	Tiempo seg	Q=L/S	Q equipo = L/S		
12/02/2019	12:00:00 a. m.	3644783.6							
12/02/2019	12:15:00 a. m.	3644805.5	21.91	21910.5	900	24.35	30.11	-5.77	-19.15%
12/02/2019	12:30:00 a. m.	3644827.4	21.92	21918.4	900	24.35	30.22	-5.86	-19.41%
12/02/2019	12:45:00 a. m.	3644849.5	22.08	22084.4	900	24.54	30.20	-5.66	-18.74%
12/02/2019	01:00:00 a. m.	3644871.9	22.40	22397.5	900	24.89	30.17	-5.29	-17.52%
12/02/2019	01:15:00 a. m.	3644894.3	22.43	22433.8	900	24.93	30.13	-5.20	-17.26%
12/02/2019	01:30:00 a. m.	3644916.5	22.19	22193.7	900	24.66	29.99	-5.33	-17.78%
12/02/2019	01:45:00 a. m.	3644938.5	21.95	21951.0	900	24.39	29.65	-5.26	-17.74%
12/02/2019	02:00:00 a. m.	3644960.7	22.23	22231.3	900	24.70	30.20	-5.49	-18.20%
12/02/2019	02:15:00 a. m.	3644982.8	22.16	22155.4	900	24.62	30.23	-5.62	-18.58%
12/02/2019	02:30:00 a. m.	3645005	22.19	22192.6	900	24.66	29.84	-5.18	-17.37%
12/02/2019	02:45:00 a. m.	3645027.3	22.27	22271.1	900	24.75	30.18	-5.43	-17.99%
12/02/2019	03:00:00 a. m.	3645049.5	22.20	22198.9	900	24.67	30.32	-5.66	-18.66%
12/02/2019	Se apago medidor	de	IMTA						
12/02/2019	05:13:08 p. m.	3646155.4							
12/02/2019	05:28:08 p. m.	3646177.2	21.80	21803.7	900	24.23	30.74	-6.51	-21.18%
12/02/2019	05:43:08 p. m.	3646199.2	21.94	21937.0	900	24.37	30.74	-6.37	-20.71%
12/02/2019	05:58:08 p. m.	3646221.3	22.12	22118.3	900	24.58	30.92	-6.35	-20.52%
12/02/2019	06:13:08 p. m.	3646243	21.77	21765.1	900	24.18	30.84	-6.65	-21.58%
12/02/2019	06:28:08 p. m.	3646264.5	21.51	21508.5	900	23.90	30.70	-6.80	-22.14%
12/02/2019	06:43:08 p. m.	3646286.1	21.56	21555.9	900	23.95	30.90	-6.95	-22.48%
12/02/2019	06:58:08 p. m.	3646307.8	21.72	21717.9	900	24.13	30.73	-6.60	-21.48%
12/02/2019	07:13:08 p. m.	3646329.7	21.91	21913.5	900	24.35	30.83	-6.48	-21.03%
12/02/2019	07:28:08 p. m.	3646351.7	22.00	21997.4	900	24.44	30.98	-6.54	-21.11%
12/02/2019	07:43:08 p. m.	3646374	22.23	22233.0	900	24.70	30.54	-5.84	-19.11%
12/02/2019	07:58:08 p. m.	3646396.1	22.11	22113.0	900	24.57	30.75	-6.18	-20.09%
12/02/2019	08:13:08 p. m.	3646418.1	21.99	21991.5	900	24.43	31.10	-6.67	-21.44%
12/02/2019	08:28:08 p. m.	3646439.9	21.87	21871.5	900	24.30	30.73	-6.43	-20.91%
12/02/2019	08:43:08 p. m.	3646461.8	21.91	21909.6	900	24.34	30.79	-6.45	-20.93%
12/02/2019	08:58:08 p. m.	3646484	22.18	22183.9	900	24.65	30.84	-6.19	-20.07%
12/02/2019	09:13:08 p. m.	3646506	21.96	21962.6	900	24.40	30.68	-6.28	-20.47%
12/02/2019	09:28:08 p. m.	3646527.7	21.68	21684.5	900	24.09	31.05	-6.96	-22.40%
12/02/2019	09:43:08 p. m.	3646549.4	21.71	21705.1	900	24.12	30.85	-6.73	-21.82%
12/02/2019	09:58:08 p. m.	3646571.4	21.97	21967.6	900	24.41	30.83	-6.42	-20.82%
12/02/2019	10:13:08 p. m.	3646593.2	21.81	21808.6	900	24.23	30.70	-6.47	-21.08%
12/02/2019	10:28:08 p. m.	3646614.9	21.75	21752.9	900	24.17	30.65	-6.48	-21.14%
12/02/2019	10:43:08 p. m.	3646636.9	22.00	21998.0	900	24.44	30.57	-6.13	-20.05%
12/02/2019	10:58:08 p. m.	3646658.7	21.82	21821.1	900	24.25	30.92	-6.68	-21.60%
12/02/2019	11:13:08 p. m.	3646680.4	21.65	21650.4	900	24.06	30.72	-6.66	-21.69%
12/02/2019	11:28:08 p. m.	3646702.1	21.76	21763.6	900	24.18	30.54	-6.36	-20.83%
12/02/2019	11:43:08 p. m.	3646724.2	22.02	22024.6	900	24.47	30.61	-6.14	-20.05%
Datos generales en horas de servicio			834.70	834,697.21	34,200.00	24.41	30.57	-234.05	-20.14%
TOTALES						PROMEDIO		TOTAL	PROMEDIO





ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS,  
 CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE  
 ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHEMOC ESTADO DE  
 CHIHUAHUA



**Tabla 31 Día 3, datos del aforo con equipo ultrasónico del IMTA en el Pozo #1**

AUDITORIA A MEDIDORES DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 25 MM										
DATOS DEL POZO										
Nombre:	POZO #1	Domicilio:	Av. Emiliano Carranza entre Av. Agricultura con Av. Independencia							
Fecha	Hora de inicio	Medidor Residente				Ultrasónico		Vol. (L) submedido	Error (%)	
		Lec inic (m3)	Lec fin (m3)	Vol. (L)	Tiempo seg	Q-L/S	Q equipo - L/S			
13/02/2019	12:13:08 a. m.	3646767.8								
13/02/2019	12:28:08 a. m.	3646789.5	21.63	21627.0	900	24.03	30.86	-6.83	-22.12%	
13/02/2019	12:43:08 a. m.	3646811.5	22.07	22071.1	900	24.52	31.03	-6.51	-20.97%	
13/02/2019	12:58:08 a. m.	3646833.9	22.41	22412.6	900	24.90	30.92	-6.02	-19.46%	
13/02/2019	01:13:08 a. m.	3646856.3	22.32	22323.8	900	24.80	30.68	-5.87	-19.15%	
13/02/2019	Inicio fuga en tubería									
13/02/2019	08:28:08 a. m.	3646887.7								
13/02/2019	08:43:08 a. m.	3646911.7	24.01	24012.3	900	26.68	29.89	-3.21	-10.74%	
13/02/2019	08:58:08 a. m.	3646936.2	24.48	24481.6	900	27.20	29.91	-2.71	-9.07%	
13/02/2019	09:13:08 a. m.	3646960.8	24.59	24589.0	900	27.32	29.87	-2.55	-8.54%	
13/02/2019	09:28:08 a. m.	3646985.2	24.45	24445.2	900	27.16	30.01	-2.85	-9.50%	
13/02/2019	09:43:08 a. m.	3647009.7	24.48	24479.3	900	27.20	30.17	-2.97	-9.84%	
13/02/2019	09:58:08 a. m.	3647034.3	24.62	24618.8	900	27.35	30.19	-2.84	-9.40%	
13/02/2019	10:13:08 a. m.	3647059	24.62	24618.8	900	27.35	30.16	-2.81	-9.31%	
	Trabajos reparación de fuga									
13/02/2019	11:13:08 a. m.	3647083.3	24.35							
13/02/2019	11:28:08 a. m.	3647108.3	24.95	24948.9	900	27.72	30.224	-2.50	-8.28%	
13/02/2019	11:43:08 a. m.	3647133.1	24.82	24820.6	900	27.58	29.948	-2.37	-7.91%	
13/02/2019	11:58:08 a. m.	3647158	24.90	24897.5	900	27.66	30.268	-2.60	-8.60%	
13/02/2019	12:13:08 p. m.	3647182.6	24.63	24629.0	900	27.37	29.982	-2.62	-8.73%	
13/02/2019	12:28:08 p. m.	3647207.2	24.62	24617.6	900	27.35	29.974	-2.62	-8.75%	
13/02/2019	12:43:08 p. m.	3647232.1	24.88	24882.2	900	27.65	30.184	-2.54	-8.40%	
13/02/2019	01:00:00 p. m.	3647260.1	27.97	27971.1	900	31.08	29.977	1.10	3.68%	
13/02/2019	01:15:00 p. m.	3647285.1	25.00	24999.9	900	27.78	29.912	-2.13	-7.14%	
13/02/2019	01:30:00 p. m.	3647310.2	25.12	25121.3	900	27.91	30.187	-2.27	-7.54%	
13/02/2019	01:45:00 p. m.	3647335.3	25.06	25064.4	900	27.85	30.245	-2.40	-7.92%	
13/02/2019	02:00:00 p. m.	3647360.1	24.80	24802.0	900	27.56	30.064	-2.51	-8.34%	
13/02/2019	02:15:00 p. m.	3647384.5	24.40	24403.2	900	27.11	29.808	-2.69	-9.04%	
13/02/2019	02:30:00 p. m.	3647408.7	24.25	24245.4	900	26.94	30.297	-3.36	-11.08%	
13/02/2019	02:45:00 p. m.	3647433.1	24.40	24404.7	900	27.12	30.044	-2.93	-9.75%	
13/02/2019	03:00:00 p. m.	3647457.7	24.61	24607.6	900	27.34	30.212	-2.87	-9.50%	
13/02/2019	03:15:00 p. m.	3647482.4	24.62	24622.9	900	27.36	29.861	-2.50	-8.38%	
13/02/2019	03:30:00 p. m.	3647506.7	24.34	24344.8	900	27.05	30.156	-3.11	-10.30%	
13/02/2019	03:45:00 p. m.	3647531.1	24.40	24403.5	900	27.12	30.080	-2.96	-9.86%	
13/02/2019	04:00:00 p. m.	3647555.8	24.75	24748.1	900	27.50	30.056	-2.56	-8.51%	
13/02/2019	04:15:00 p. m.	3647581.1	25.21	25214.9	900	28.02	30.171	-2.15	-7.14%	
13/02/2019	04:30:00 p. m.	3647606.1	24.99	24989.3	900	27.77	30.074	-2.31	-7.67%	
13/02/2019	04:45:00 p. m.	3647630.9	24.80	24801.5	900	27.56	29.865	-2.31	-7.73%	
13/02/2019	05:00:00 p. m.	3647655.7	24.81	24808.6	900	27.57	30.148	-2.58	-8.57%	
13/02/2019	05:15:00 p. m.	3647680.5	24.85	24847.2	900	27.61	29.995	-2.39	-7.96%	
13/02/2019	05:30:00 p. m.	3647705.3	24.82	24823.4	900	27.58	29.974	-2.39	-7.98%	
13/02/2019	05:45:00 p. m.	3647730	24.69	24686.0	900	27.43	30.122	-2.69	-8.94%	
13/02/2019	06:15:00 p. m.	3647780.1	50.07	50072.8	900	55.64	30.375	25.26	83.17%	
13/02/2019	06:30:00 p. m.	3647805	24.96	24957.1	900	27.73	30.362	-2.63	-8.67%	
13/02/2019	06:45:00 p. m.	3647830.2	25.18	25179.5	900	27.98	30.926	-2.95	-9.54%	
13/02/2019	07:00:00 p. m.	3647856.6	25.32	25323.2	900	28.14	30.674	-2.54	-8.27%	
13/02/2019	07:15:00 p. m.	3647880.4	24.89	24892.9	900	27.66	30.842	-3.18	-10.32%	
13/02/2019	07:30:00 p. m.	3647905.3	24.89	24892.9	900	27.66	30.772	-3.11	-10.12%	
13/02/2019	07:45:00 p. m.	3647930.2	24.89	24890.0	900	27.66	30.891	-3.24	-10.47%	
13/02/2019	08:00:00 p. m.	3647955	24.76	24755.0	900	27.51	30.585	-3.08	-10.07%	
13/02/2019	08:15:00 p. m.	3647979.6	24.66	24664.5	900	27.40	30.610	-3.20	-10.47%	
13/02/2019	08:30:00 p. m.	3648004.7	25.03	25028.7	900	27.81	30.516	-2.71	-8.87%	
13/02/2019	08:45:00 p. m.	3648029.9	25.25	25254.7	900	28.06	30.426	-2.37	-7.77%	
13/02/2019	09:00:00 p. m.	3648055	25.08	25080.7	900	27.87	30.698	-2.83	-9.22%	
13/02/2019	09:15:00 p. m.	3648079.8	24.81	24812.2	900	27.57	30.608	-3.04	-9.93%	
13/02/2019	09:30:00 p. m.	3648104.4	24.58	24584.8	900	27.32	30.758	-3.44	-11.19%	
13/02/2019	09:45:00 p. m.	3648129.2	24.83	24829.8	900	27.59	30.302	-2.71	-8.95%	
13/02/2019	10:00:00 p. m.	3648154.3	25.02	25016.1	900	27.80	30.841	-3.05	-9.88%	
13/02/2019	10:15:00 p. m.	3648179	24.74	24738.2	900	27.49	30.926	-3.44	-11.12%	
13/02/2019	10:30:00 p. m.	3648203.7	24.67	24669.1	900	27.41	30.567	-3.16	-10.33%	
13/02/2019	10:45:00 p. m.	3648228.6	24.91	24907.8	900	27.68	30.633	-2.96	-9.65%	
13/02/2019	11:00:00 p. m.	3648253.2	24.62	24618.6	900	27.35	30.733	-3.38	-11.00%	
13/02/2019	11:15:00 p. m.	3648277.6	24.42	24415.2	900	27.13	30.654	-3.53	-11.50%	
13/02/2019	11:30:00 p. m.	3648302	24.39	24390.5	900	27.10	30.354	-3.25	-10.72%	
13/02/2019	11:45:00 p. m.	3648326.2	24.24	24237.0	900	26.93	30.954	-4.02	-13.00%	
Datos generados en horas de servicio			1,094.12	1,094,120.98	38,700.00	28.27	30.38	-90.67	-6.92%	
			TOTALES			PROMEDIO		TOTAL	PROMEDIO	

**Tabla 32 Día 4, datos del aforo con equipo ultrasónico del IMTA en el Pozo #1**

AUDITORÍA A MEDIDORES DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 25 MM										
DATOS DEL POZO										
Nombre:	POZO #1	Domicilio:	Av. Emiliano Carranza entre Av. Agricultura con Av. Independencia							
Fecha	Hora de inicio	Medidor Residente					Q-L/S	Ultrasónico Q equipo = L/S	Vol. (L) submedido	Error (%)
		Lec inic (m3)	Lec fin (m3)	Vol. (L)	Tiempo seg					
14/02/2019	12:15:00 a. m.	3648375.2								
14/02/2019	12:30:00 a. m.	3648399.9	24.66	24655.5	900	27.40	30.86	-3.47	-11.23%	
14/02/2019	12:45:00 a. m.	3648424.5	24.63	24628.4	900	27.36	30.58	-3.21	-10.51%	
14/02/2019	01:00:00 a. m.	3648449.2	24.73	24725.6	900	27.47	30.59	-3.11	-10.18%	
14/02/2019	01:15:00 a. m.	3648473.9	24.69	24685.7	900	27.43	30.94	-3.51	-11.35%	
14/02/2019	01:30:00 a. m.	3648498.5	24.63	24630.0	900	27.37	30.86	-3.49	-11.32%	
14/02/2019	01:45:00 a. m.	3648523.4	24.82	24822.5	900	27.58	30.68	-3.10	-10.11%	
14/02/2019	02:00:00 a. m.	3648548	24.63	24625.7	900	27.36	30.92	-3.56	-11.50%	
14/02/2019	02:15:00 a. m.	3648572.7	24.69	24691.7	900	27.44	30.75	-3.32	-10.79%	
14/02/2019	02:30:00 a. m.	3648597.7	24.98	24981.8	900	27.76	31.04	-3.28	-10.56%	
14/02/2019	02:45:00 a. m.	3648622.4	24.76	24758.4	900	27.51	30.82	-3.31	-10.75%	
14/02/2019	03:00:00 a. m.	3648646.9	24.49	24494.2	900	27.22	30.68	-3.46	-11.29%	
14/02/2019	03:15:00 a. m.	3648671.2	24.31	24313.5	900	27.02	30.59	-3.57	-11.67%	
14/02/2019	03:30:00 a. m.	3648695.7	24.43	24434.0	900	27.15	30.87	-3.72	-12.05%	
14/02/2019	03:45:00 a. m.	3648720.6	24.91	24911.4	900	27.68	30.69	-3.01	-9.81%	
14/02/2019	04:00:00 a. m.	3648745.6	25.03	25034.3	900	27.82	30.86	-3.04	-9.86%	
14/02/2019	04:15:00 a. m.	3648770.3	24.70	24700.0	900	27.44	30.98	-3.53	-11.41%	
14/02/2019	04:30:00 a. m.	3648794.7	24.36	24360.3	900	27.07	30.89	-3.82	-12.37%	
14/02/2019	04:45:00 a. m.	3648819	24.34	24335.3	900	27.04	30.80	-3.76	-12.20%	
14/02/2019	05:00:00 a. m.	3648843.7	24.68	24684.6	900	27.43	31.10	-3.67	-11.80%	
14/02/2019	05:15:00 a. m.	3648868.6	24.95	24945.4	900	27.72	30.88	-3.16	-10.25%	
14/02/2019	05:30:00 a. m.	3648893.5	24.86	24855.8	900	27.62	30.67	-3.05	-9.95%	
14/02/2019	05:45:00 a. m.	3648918.2	24.71	24705.6	900	27.45	30.62	-3.17	-10.35%	
14/02/2019	06:00:00 a. m.	3648942.8	24.62	24615.4	900	27.35	30.69	-3.34	-10.89%	
14/02/2019	06:15:00 a. m.	3648967.4	24.62	24621.2	900	27.36	30.74	-3.38	-11.00%	
14/02/2019	06:30:00 a. m.	3648992	24.62	24617.6	900	27.35	31.02	-3.66	-11.81%	
14/02/2019	06:45:00 a. m.	3649016.5	24.46	24458.7	900	27.18	30.86	-3.68	-11.93%	
14/02/2019	07:00:00 a. m.	3649040.8	24.32	24322.4	900	27.02	30.62	-3.60	-11.76%	
14/02/2019	07:15:00 a. m.	3649065.3	24.50	24495.5	900	27.22	30.84	-3.63	-11.76%	
14/02/2019	07:30:00 a. m.	3649090.1	24.75	24752.7	900	27.50	31.05	-3.55	-11.42%	
14/02/2019	07:45:00 a. m.	3649114.7	24.62	24615.2	900	27.35	30.91	-3.56	-11.52%	
14/02/2019	08:00:00 a. m.	3649139.1	24.39	24390.4	900	27.10	30.88	-3.78	-12.25%	
14/02/2019	08:15:00 a. m.	3649163.8	24.72	24723.5	900	27.47	30.88	-3.41	-11.05%	
14/02/2019	08:30:00 a. m.	3649189.1	25.28	25281.1	900	28.09	30.93	-2.84	-9.18%	
14/02/2019	08:45:00 a. m.	3649214.3	25.24	25237.8	900	28.04	30.62	-2.58	-8.43%	
14/02/2019	09:00:00 a. m.	3649239.3	24.99	24992.3	900	27.77	30.74	-2.98	-9.68%	
14/02/2019	09:15:00 a. m.	3649264.4	25.13	25127.8	900	27.92	30.49	-2.57	-8.43%	
14/02/2019	09:30:00 a. m.	3649289.6	25.16	25162.1	900	27.96	30.86	-2.90	-9.39%	
14/02/2019	09:45:00 a. m.	3649314.5	24.91	24912.7	900	27.68	30.70	-3.02	-9.85%	
14/02/2019	10:00:00 a. m.	3649339.2	24.67	24666.0	900	27.41	30.74	-3.34	-10.86%	
14/02/2019	10:15:00 a. m.	3649364	24.86	24862.1	900	27.62	30.70	-3.07	-10.01%	
14/02/2019	10:30:00 a. m.	3649389	25.00	25002.5	900	27.78	30.55	-2.77	-9.07%	
14/02/2019	10:45:00 a. m.	3649413.9	24.82	24819.1	900	27.58	30.69	-3.11	-10.14%	
14/02/2019	11:00:00 a. m.	3649438.6	24.78	24782.8	900	27.54	30.76	-3.22	-10.47%	
14/02/2019	11:15:00 a. m.	3649463.5	24.87	24873.2	900	27.64	30.73	-3.09	-10.06%	
14/02/2019	11:30:00 a. m.	3649488.4	24.84	24839.1	900	27.60	30.93	-3.33	-10.78%	
14/02/2019	11:45:00 a. m.	3649512.8	24.48	24478.1	900	27.20	30.87	-3.67	-11.89%	
14/02/2019	12:00:00 p. m.	3649537.1	24.25	24253.0	900	26.95	30.70	-3.75	-12.22%	
14/02/2019	12:15:00 p. m.	3649561.5	24.37	24368.9	900	27.08	30.68	-3.60	-11.73%	
14/02/2019	12:30:00 p. m.	3649585.8	24.31	24309.3	900	27.01	30.53	-3.52	-11.52%	
Datos generales en horas de servicio			1,062.41	1,062,412.58	38,700.00	27.45	30.79	-143.40	-10.83%	
TOTALES						PROMEDIO		TOTAL	PROMEDIO	

**Tabla 33 Comparativa de gastos registrados entre medidores de IMTA y JRAS**

<b>Nombre:</b>	<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #1</b>		
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
11/02/2019	01:00:00 p. m.	30.050	24.80
11/02/2019	01:15:00 p. m.	30.329	24.26
11/02/2019	01:30:00 p. m.	30.105	24.54
11/02/2019	01:45:00 p. m.	30.272	24.77
11/02/2019	02:00:00 p. m.	30.505	24.54
11/02/2019	02:15:00 p. m.	30.461	24.66
11/02/2019	02:30:00 p. m.	30.197	24.80
11/02/2019	02:45:00 p. m.	29.813	24.91
11/02/2019	03:00:00 p. m.	30.086	24.90
11/02/2019	03:15:00 p. m.	30.030	24.50
11/02/2019	03:30:00 p. m.	30.276	24.49
11/02/2019	03:45:00 p. m.	29.812	24.82
11/02/2019	04:00:00 p. m.	30.246	24.87
11/02/2019	04:15:00 p. m.	30.161	24.99
11/02/2019	04:30:00 p. m.	30.211	25.01
11/02/2019	04:45:00 p. m.	29.910	24.94
11/02/2019	05:00:00 p. m.	30.203	24.83
11/02/2019	05:15:00 p. m.	30.122	24.36
11/02/2019	05:30:00 p. m.	30.124	24.32
11/02/2019	05:45:00 p. m.	30.009	24.76
11/02/2019	06:00:00 p. m.	30.182	24.66
11/02/2019	06:15:00 p. m.	30.427	24.78
11/02/2019	06:30:00 p. m.	30.086	25.03
11/02/2019	06:45:00 p. m.	30.090	24.97
11/02/2019	07:00:00 p. m.	29.877	25.04
11/02/2019	07:15:00 p. m.	30.050	24.87
11/02/2019	07:30:00 p. m.	29.910	24.65
11/02/2019	07:45:00 p. m.	30.137	24.44
11/02/2019	08:00:00 p. m.	30.266	24.74
11/02/2019	08:15:00 p. m.	29.916	24.65
11/02/2019	08:30:00 p. m.	30.076	24.75
11/02/2019	08:45:00 p. m.	30.281	24.60
11/02/2019	09:00:00 p. m.	29.948	24.80
11/02/2019	09:15:00 p. m.	29.913	25.33
11/02/2019	09:30:00 p. m.	30.054	24.72
11/02/2019	09:45:00 p. m.	30.036	24.70
11/02/2019	10:00:00 p. m.	30.024	24.35
11/02/2019	10:15:00 p. m.	30.190	24.68
11/02/2019	10:30:00 p. m.	30.027	25.04

<b>Nombre:</b>	<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #1</b>		
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
11/02/2019	10:45:00 p. m.	29.837	24.76
11/02/2019	11:00:00 p. m.	30.318	25.06
11/02/2019	11:15:00 p. m.	30.045	24.78
11/02/2019	11:30:00 p. m.	30.258	24.57
11/02/2019	11:45:00 p. m.	30.112	24.33
<b>12/02/2019</b>	<b>12:00:00 a. m.</b>	<b>30.218</b>	<b>25.02</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>12:15:00 a. m.</b>	<b>30.197</b>	<b>24.67</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>12:30:00 a. m.</b>	<b>30.172</b>	<b>24.33</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>12:45:00 a. m.</b>	<b>30.126</b>	<b>24.05</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>01:00:00 a. m.</b>	<b>29.991</b>	<b>24.99</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>01:15:00 a. m.</b>	<b>29.650</b>	<b>24.81</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>01:30:00 a. m.</b>	<b>30.196</b>	<b>25.09</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>01:45:00 a. m.</b>	<b>30.235</b>	<b>24.20</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>02:00:00 a. m.</b>	<b>29.842</b>	<b>24.60</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>02:15:00 a. m.</b>	<b>30.176</b>	<b>24.80</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>02:30:00 a. m.</b>	<b>30.322</b>	<b>24.41</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>02:45:00 a. m.</b>	<b>30.201</b>	<b>24.88</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>03:00:00 a. m.</b>	<b>30.119</b>	<b>24.62</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>03:15:00 a. m.</b>	<b>29.880</b>	<b>24.79</b>
<b>Falla medidor IMTA x factores clima</b>	<b>Falla medidor IMTA x factores clima</b>	<b>Se apagó medidor del IMTA</b>	
<b>12/02/2019</b>	<b>05:13:08 p. m.</b>	<b>30.925</b>	<b>24.27</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>05:28:08 p. m.</b>	<b>30.736</b>	<b>24.16</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>05:43:08 p. m.</b>	<b>30.740</b>	<b>24.61</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>05:58:08 p. m.</b>	<b>30.922</b>	<b>24.61</b>
12/02/2019	06:13:08 p. m.	30.837	23.82
12/02/2019	06:28:08 p. m.	30.696	23.99
12/02/2019	06:43:08 p. m.	30.897	23.93
12/02/2019	06:58:08 p. m.	30.732	24.40
12/02/2019	07:13:08 p. m.	30.832	24.31
12/02/2019	07:28:08 p. m.	30.982	24.60
12/02/2019	07:43:08 p. m.	30.540	24.79
12/02/2019	07:58:08 p. m.	30.748	24.30
12/02/2019	08:13:08 p. m.	31.103	24.60
12/02/2019	08:28:08 p. m.	30.728	24.01
12/02/2019	08:43:08 p. m.	30.789	24.68
12/02/2019	08:58:08 p. m.	30.838	24.70
12/02/2019	09:13:08 p. m.	30.683	24.14
12/02/2019	09:28:08 p. m.	31.051	24.01
12/02/2019	09:43:08 p. m.	30.849	24.18

Nombre:	<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #1</b>		
Medidor:	HORA	IMTA	JRAS
FECHA		Q <sub>ultrasónico</sub> (l/s)	Q <sub>permanente</sub> (l/s)
12/02/2019	09:58:08 p. m.	30.827	24.65
12/02/2019	10:13:08 p. m.	30.704	23.90
12/02/2019	10:28:08 p. m.	30.650	24.51
12/02/2019	10:43:08 p. m.	30.572	24.43
12/02/2019	10:58:08 p. m.	30.925	24.06
12/02/2019	11:13:08 p. m.	30.718	24.00
12/02/2019	11:28:08 p. m.	30.545	24.33
12/02/2019	11:43:08 p. m.	30.611	24.65
12/02/2019	06:58:08 p. m.	30.732	24.40
12/02/2019	07:13:08 p. m.	30.832	24.31
12/02/2019	07:28:08 p. m.	30.982	24.60
12/02/2019	07:43:08 p. m.	30.540	24.79
12/02/2019	07:58:08 p. m.	30.748	24.30
12/02/2019	08:13:08 p. m.	31.103	24.60
12/02/2019	08:28:08 p. m.	30.728	24.01
12/02/2019	08:43:08 p. m.	30.789	24.68
12/02/2019	08:58:08 p. m.	30.838	24.70
12/02/2019	09:13:08 p. m.	30.683	24.14
12/02/2019	09:28:08 p. m.	31.051	24.01
12/02/2019	09:43:08 p. m.	30.849	24.18
12/02/2019	09:58:08 p. m.	30.827	24.65
12/02/2019	10:13:08 p. m.	30.704	23.90
12/02/2019	10:28:08 p. m.	30.650	24.51
12/02/2019	10:43:08 p. m.	30.572	24.43
12/02/2019	10:58:08 p. m.	30.925	24.06
12/02/2019	11:13:08 p. m.	30.718	24.00
12/02/2019	11:28:08 p. m.	30.545	24.33
12/02/2019	11:43:08 p. m.	30.611	24.65
13/02/2019	12:13:08 a. m.	30.978	24.02
13/02/2019	12:28:08 a. m.	30.856	23.92
13/02/2019	12:43:08 a. m.	31.031	25.06
13/02/2019	12:58:08 a. m.	30.918	24.79
<b>13/02/2019</b>	<b>01:13:08 a. m.</b>	<b>30.679</b>	<b>24.82</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>Inicio fuga en tubería</b>	<b>0.000</b>	<b>0</b>
13/02/2019	08:28:08 a. m.	29.806	26.37
13/02/2019	08:43:08 a. m.	29.892	26.99
13/02/2019	08:58:08 a. m.	29.915	27.42
13/02/2019	09:13:08 a. m.	29.873	27.22
13/02/2019	09:28:08 a. m.	30.011	27.10
13/02/2019	09:43:08 a. m.	30.167	27.29

<b>Nombre:</b>	<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #1</b>		
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
13/02/2019	09:58:08 a. m.	30.193	27.41
13/02/2019	Trabajos reparación de fuga	0.000	0
13/02/2019	11:13:08 a. m.	30.192	28.00
13/02/2019	11:28:08 a. m.	30.224	27.42
13/02/2019	11:43:08 a. m.	29.948	27.73
13/02/2019	11:58:08 a. m.	30.268	27.59
13/02/2019	12:13:08 p. m.	29.982	27.13
13/02/2019	12:28:08 p. m.	29.974	27.57
13/02/2019	12:43:08 p. m.	30.184	27.71
13/02/2019	01:00:00 p. m.	29.977	27.61
13/02/2019	01:15:00 p. m.	29.912	27.97
13/02/2019	01:30:00 p. m.	30.187	27.87
13/02/2019	01:45:00 p. m.	30.245	27.74
13/02/2019	02:00:00 p. m.	30.064	27.36
13/02/2019	02:15:00 p. m.	29.808	26.86
13/02/2019	02:30:00 p. m.	30.297	27.03
13/02/2019	02:45:00 p. m.	30.044	27.20
13/02/2019	03:00:00 p. m.	30.212	27.48
13/02/2019	03:15:00 p. m.	29.861	27.32
13/02/2019	03:30:00 p. m.	30.156	26.97
13/02/2019	03:45:00 p. m.	30.080	26.98
13/02/2019	04:00:00 p. m.	30.056	28.02
13/02/2019	04:15:00 p. m.	30.171	27.99
13/02/2019	04:30:00 p. m.	30.074	27.52
13/02/2019	04:45:00 p. m.	29.865	27.58
13/02/2019	05:00:00 p. m.	30.148	27.53
13/02/2019	05:15:00 p. m.	29.995	27.67
13/02/2019	05:30:00 p. m.	29.974	27.47
13/02/2019	05:45:00 p. m.	30.122	27.37
13/02/2019	06:15:00 p. m.	30.375	28.03
13/02/2019	06:30:00 p. m.	30.362	27.40
13/02/2019	06:45:00 p. m.	30.926	28.54
13/02/2019	07:00:00 p. m.	30.674	27.69
13/02/2019	07:15:00 p. m.	30.842	27.60
13/02/2019	07:30:00 p. m.	30.772	27.70
13/02/2019	07:45:00 p. m.	30.891	27.60
13/02/2019	08:00:00 p. m.	30.585	27.40
13/02/2019	08:15:00 p. m.	30.610	27.40
13/02/2019	08:30:00 p. m.	30.516	28.19
13/02/2019	08:45:00 p. m.	30.426	27.91

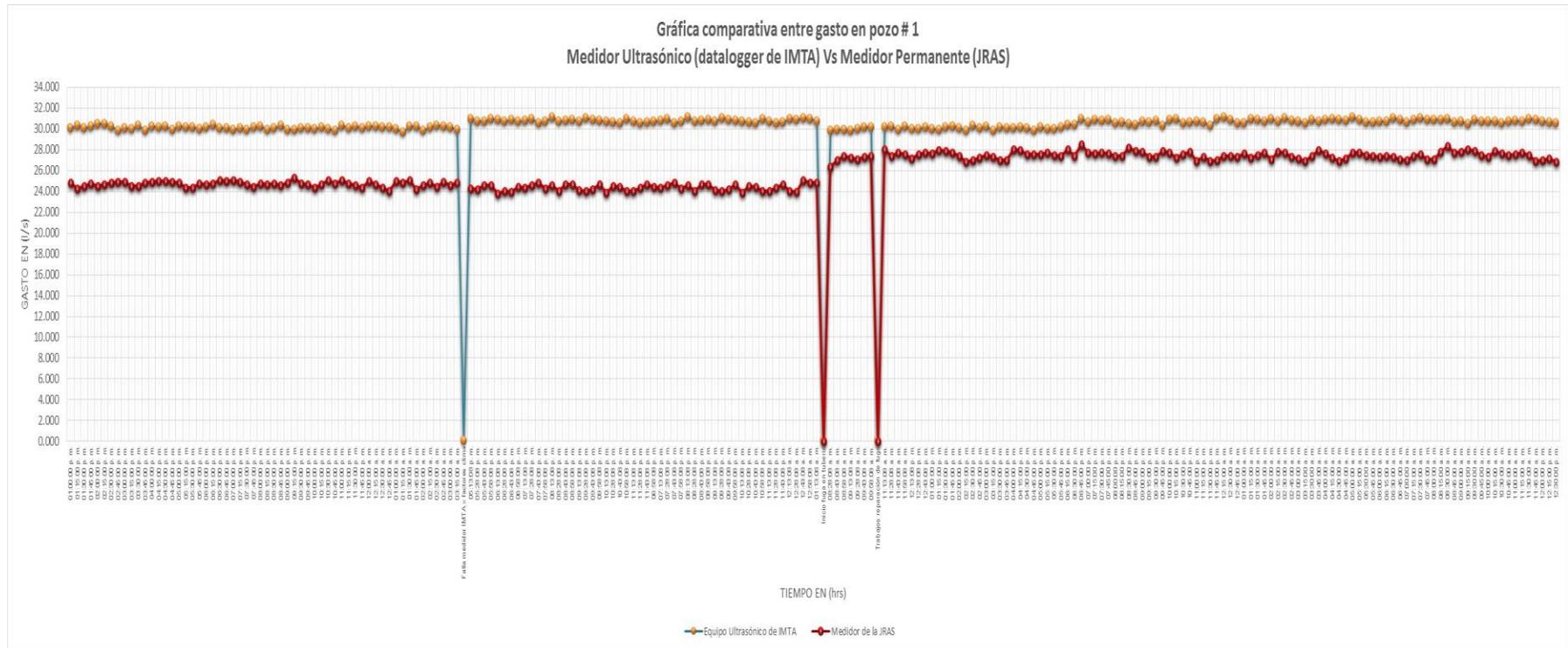
<b>Nombre:</b>	<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #1</b>		
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
13/02/2019	09:00:00 p. m.	30.698	27.80
13/02/2019	09:15:00 p. m.	30.608	27.33
13/02/2019	09:30:00 p. m.	30.758	27.30
13/02/2019	09:45:00 p. m.	30.302	27.86
13/02/2019	10:00:00 p. m.	30.841	27.72
13/02/2019	10:15:00 p. m.	30.926	27.25
13/02/2019	10:30:00 p. m.	30.567	27.56
13/02/2019	10:45:00 p. m.	30.633	27.78
13/02/2019	11:00:00 p. m.	30.733	26.93
13/02/2019	11:15:00 p. m.	30.654	27.31
13/02/2019	11:30:00 p. m.	30.354	26.89
13/02/2019	11:45:00 p. m.	30.954	26.97
14/02/2019	12:15:00 a. m.	31.132	27.38
14/02/2019	12:30:00 a. m.	30.861	27.40
14/02/2019	12:45:00 a. m.	30.580	27.32
<b>14/02/2019</b>	<b>01:00:00 a. m.</b>	<b>30.585</b>	<b>27.61</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>01:15:00 a. m.</b>	<b>30.939</b>	<b>27.24</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>01:30:00 a. m.</b>	<b>30.861</b>	<b>27.47</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>01:45:00 a. m.</b>	<b>30.683</b>	<b>27.67</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>02:00:00 a. m.</b>	<b>30.918</b>	<b>27.05</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>02:15:00 a. m.</b>	<b>30.753</b>	<b>27.79</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>02:30:00 a. m.</b>	<b>31.036</b>	<b>27.71</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>02:45:00 a. m.</b>	<b>30.822</b>	<b>27.29</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>03:00:00 a. m.</b>	<b>30.681</b>	<b>27.13</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>03:15:00 a. m.</b>	<b>30.585</b>	<b>26.90</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>03:30:00 a. m.</b>	<b>30.869</b>	<b>27.39</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>03:45:00 a. m.</b>	<b>30.691</b>	<b>27.96</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>04:00:00 a. m.</b>	<b>30.857</b>	<b>27.66</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>04:15:00 a. m.</b>	<b>30.979</b>	<b>27.22</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>04:30:00 a. m.</b>	<b>30.888</b>	<b>26.92</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>04:45:00 a. m.</b>	<b>30.797</b>	<b>27.15</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>05:00:00 a. m.</b>	<b>31.096</b>	<b>27.69</b>
14/02/2019	05:15:00 a. m.	30.881	27.73
14/02/2019	05:30:00 a. m.	30.668	27.49
14/02/2019	05:45:00 a. m.	30.620	27.40
14/02/2019	06:00:00 a. m.	30.694	27.29
14/02/2019	06:15:00 a. m.	30.740	27.41
14/02/2019	06:30:00 a. m.	31.016	27.30
14/02/2019	06:45:00 a. m.	30.858	27.05
14/02/2019	07:00:00 a. m.	30.625	27.00



ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS,  
 CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE  
 ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHTEMOC ESTADO DE  
 CHIHUAHUA



<b>Nombre:</b>	<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #1</b>		
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
14/02/2019	07:15:00 a. m.	30.843	27.42
14/02/2019	07:30:00 a. m.	31.049	27.59
14/02/2019	07:45:00 a. m.	30.910	27.10
14/02/2019	08:00:00 a. m.	30.883	27.10
14/02/2019	08:15:00 a. m.	30.884	27.82
14/02/2019	08:30:00 a. m.	30.929	28.35
14/02/2019	08:45:00 a. m.	30.625	27.70
14/02/2019	09:00:00 a. m.	30.745	27.82
14/02/2019	09:15:00 a. m.	30.489	28.00
14/02/2019	09:30:00 a. m.	30.856	27.89
14/02/2019	09:45:00 a. m.	30.704	27.45
14/02/2019	10:00:00 a. m.	30.745	27.34
14/02/2019	10:15:00 a. m.	30.699	27.90
14/02/2019	10:30:00 a. m.	30.550	27.64
14/02/2019	10:45:00 a. m.	30.689	27.50
14/02/2019	11:00:00 a. m.	30.757	27.56
14/02/2019	11:15:00 a. m.	30.727	27.70
14/02/2019	11:30:00 a. m.	30.933	27.48
14/02/2019	11:45:00 a. m.	30.867	26.90
14/02/2019	12:00:00 p. m.	30.699	27.00
14/02/2019	12:15:00 p. m.	30.676	27.16
14/02/2019	12:30:00 p. m.	30.529	26.85



**Ilustración 75 Comparativa de curvas de gastos por cada medidor de IMTA y JRAS observándose el rango de submedición pozo #1**

**Tabla 34 Concentrado de resultados promedio de aforos registrados en pozo #1 y afectados por el % error por submedición calculado**

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN AFORANDO CON EQUIPO ULTRASÓNICO EN POZO # 1 EN 2019, ANAHUAC, CHIHUAHUA									
Datos del medidor "in situ"			(%) de error determinados con el mdidor ultrasónico (IMTA) con respecto al Medidor de JRAS		Corrección de volúmenes por IMTA				
Día aforado	Volumen promedio reportado por JRAS según horas de operación al día (m <sup>3</sup> )	Volumen promedio analizado por hora (m <sup>3</sup> /hora)	(%) de error por Submedición	(%) de error por Sobremedición	Por Submedición promedio según las horas de operación (m <sup>3</sup> )	Por Sobremedición promedio según las horas de operación (m <sup>3</sup> )	Volumen producido corregido según las horas de operación (m <sup>3</sup> )	Volumen submedido promedio (m <sup>3</sup> /hora)	Volumen total promedio corregido por hora (m <sup>3</sup> /hora)
11/02/2019	957.71	89.10	-17.82	0.0000	170.66	0.0000	1,128.37	15.88	104.98
12/02/2019	834.70	86.27	-20.14	0.0000	168.11	0.0000	1,002.81	17.37	103.64
13/02/2019	1,094.12	85.23	-7.16	0.0000	78.34	0.0000	1,172.46	6.10	91.33
14/02/2019	1,062.41	96.69	-10.69	0.0000	113.57	0.0000	1,175.98	10.34	107.03
<b>Volúmen de producción total sin corregir según horas de operación (m<sup>3</sup>)</b>		<b>3,948.94</b>		<b>Volúmen submedido del total de horas de operación (m<sup>3</sup>)</b>	<b>530.68</b>	<b>Volúmen total corregido (m<sup>3</sup>)</b>	<b>4,479.62</b>		
<b>Volúmen Unitario promedio sin corregir (m<sup>3</sup>/hora)</b>		<b>89.32</b>					<b>Volúmen Unitario promedio corregido (m<sup>3</sup>/hora)</b>		<b>101.75</b>
<b>Volúmen mensual producido y corregido (m<sup>3</sup>/mes)</b>	<b>74,274.04</b>								
<b>Volúmen anual producido corregido (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>891,288.45</b>								
<b>(%) de error promedio por Submedición</b>	<b>-13.95</b>								
<b>(%) de error promedio por Sobremedición</b>	<b>0.00</b>								



## **A continuación de muestran los resultados del aforo en el Pozo #2:**

### **Aforo del día 11/02/2019 en Pozo #2 (ver Tabla 35)**

*Medidor Residente (JRAS)*

*Volumen total durante las horas de operación: 432.92 m<sup>3</sup>*

*Gasto promedio: 24.05 l/s*

### **Medidor Ultrasónico (IMTA)**

*Gasto promedio: 28.83 l/s*

*Volumen submedido: -95.67 m<sup>3</sup>*

*Porcentaje de error: -16.59%*

### **Aforo del día 12/02/2019 en Pozo #2 (ver Tabla 36)**

*Medidor Residente (JRAS)*

*Volumen total durante las horas de operación: 1,224.11 m<sup>3</sup>*

*Gasto promedio: 24.29 l/s*

### **Medidor Ultrasónico (IMTA)**

*Gasto promedio: 29.35 l/s*

*Volumen submedido: -271.21 m<sup>3</sup>*

*Porcentaje de error: -17.13%*

### **Aforo del día 13/02/2019 en Pozo #2 (ver Tabla 37)**

*Medidor Residente (JRAS)*

*Volumen total durante las horas de operación: 1,287.72 m<sup>3</sup>*

*Gasto promedio: 26.50 l/s*

### **Medidor Ultrasónico (IMTA)**

*Gasto promedio: 29.17 l/s*

*Volumen submedido: -144.28 m<sup>3</sup>*

*Porcentaje de error: -9.17%*

### **Aforo del día 14/02/2019 en Pozo #2 (ver Tabla 38)**

*Medidor Residente (JRAS)*

*Volumen total durante las horas de operación: 979.90 m<sup>3</sup>*

*Gasto promedio: 27.92 l/s*

### **Medidor Ultrasónico (IMTA)**

*Gasto promedio: 29.19 l/s*

*Volumen submedido: -48.48 m<sup>3</sup>*

*Porcentaje de error: -4.26%*

En la Tabla 39, se indica una comparativa de los gastos registrados en el pozo # 2, así como de la Ilustración 76.

en la Tabla 40, se muestra un concentrado de los resultados promedio de los aforos registrados en el pozo #2, los datos analizados con la información de la JRAS se afectaron por el porcentaje de error por submedición obtenido.

A continuación se indican algunos datos ya corregidos:

Volumen promedio por hora corregido: 102.70 m<sup>3</sup>

Volumen mensual corregido = 74,973.40 m<sup>3</sup>

Volumen anual corregido = 899,680.79 m<sup>3</sup>

% de error por submedición calculado promedio: -11.78%

**Tabla 35 Día 1, datos del aforo con equipo ultrasónico del IMTA en el Pozo #2**

AUDITORÍA A MEDIDORES DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 25 MM									
DATOS DEL POZO									
Nombre:	POZO #2	Domicilio:	Av. Emiliano Zapata entre Av. Topolobampo con Av. Independencia						
Fecha	Hora de inicio	Medidor Residente					Ultrasónico	Vol. (L) submedido	Error (%)
		Lec inic (m3)	Lec fin (m3)	Vol. (L)	Tiempo seg	Q=L/S	Q equipo = L/S		
	11/02/2019	02:30:00 p. m.	2037007.89						
	11/02/2019	02:45:00 p. m.	2037028.61	20.72	20723.8	900	23.03	28.05	-5.03
	11/02/2019	03:00:00 p. m.	2037049.52	20.91	20908.1	900	23.23	28.70	-5.47
	11/02/2019	Paro del equipo de bombeo							
	11/02/2019	04:45:00 p. m.	2037084.36						
	11/02/2019	05:00:00 p. m.	2037106.53	22.18	22177.9	900	24.64	29.25	-4.61
	11/02/2019	05:15:00 p. m.	2037128.51	21.97	21972.4	900	24.41	28.89	-4.48
	11/02/2019	05:30:00 p. m.	2037150.00	21.49	21492.9	900	23.88	28.92	-5.04
	11/02/2019	05:45:00 p. m.	2037171.28	21.28	21278.1	900	23.64	28.70	-5.06
	11/02/2019	06:00:00 p. m.	2037192.64	21.36	21362.5	900	23.74	29.33	-5.59
	11/02/2019	06:15:00 p. m.	2037214.41	21.77	21774.6	900	24.19	28.86	-4.67
	11/02/2019	06:30:00 p. m.	2037236.37	21.96	21958.1	900	24.40	28.73	-4.33
	11/02/2019	06:45:00 p. m.	2037258.11	21.73	21733.6	900	24.15	28.59	-4.44
	11/02/2019	07:00:00 p. m.	2037279.54	21.44	21435.8	900	23.82	28.47	-4.65
	11/02/2019	Paro del equipo de bombeo							
	11/02/2019	08:45:00 p. m.	2037310.57						
	11/02/2019	09:00:00 p. m.	2037332.67	22.11	22105.2	900	24.56	29.18	-4.62
	11/02/2019	09:15:00 p. m.	2037354.75	22.07	22072.1	900	24.52	28.70	-4.17
	11/02/2019	09:30:00 p. m.	2037376.53	21.79	21788.4	900	24.21	29.43	-5.22
	11/02/2019	09:45:00 p. m.	2037398.11	21.58	21576.2	900	23.97	28.89	-4.92
	11/02/2019	10:00:00 p. m.	2037419.47	21.36	21357.5	900	23.73	29.21	-5.48
	11/02/2019	10:15:00 p. m.	2037441.20	21.73	21727.5	900	24.14	28.63	-4.49
	11/02/2019	10:30:00 p. m.	2037463.09	21.89	21894.1	900	24.33	28.86	-4.54
	11/02/2019	10:45:00 p. m.	2037484.88	21.79	21786.4	900	24.21	28.68	-4.47
	11/02/2019	11:00:00 p. m.	2037506.67	21.80	21795.5	900	24.22	28.61	-4.39
	Datos generales en horas de servicio		432.92	432,920.85	18,000.00	24.05	28.83	-95.67	-16.59%
			TOTALES			PROMEDIO		TOTAL	PROMEDIO



ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS,  
CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE  
ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHEMOC ESTADO DE  
CHIHUAHUA



**Tabla 36 Día 2, datos del aforo con equipo ultrasónico del IMTA en el Pozo #2**

AUDITORIA A MEDIDORES DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 25 MM										
DATOS DEL POZO										
Nombre:	POZO #2	Domicilio:	Av. Emiliano Zapata entre Av. Topolobampo con Av. Independencia							
Fecha	Hora de inicio	Lec inic (m3)	Medidor Residente				Ultrasónico		Vol. (L) submedido	Error (%)
			Lec fin (m3)	Vol. (L)	Tiempo seg	Q-L/S	Q equipo - L/S			
12/02/2019	01:00:00 a.m.	2037537.47								
12/02/2019	01:15:00 a.m.	2037568.86	21.39	21393.0	900	23.77	29.01	-5.24	-18.06%	
12/02/2019	01:30:00 a.m.	2037581.05	22.19	22188.6	900	24.65	28.99	-4.33	-14.95%	
12/02/2019	01:45:00 a.m.	2037603.59	22.64	22545.0	900	25.05	28.69	-3.54	-12.37%	
12/02/2019	02:00:00 a.m.	2037625.73	22.14	22140.9	900	24.60	28.71	-4.11	-14.30%	
12/02/2019	02:15:00 a.m.	2037647.83	22.10	22095.6	900	24.55	28.82	-4.27	-14.82%	
12/02/2019	02:30:00 a.m.	2037669.92	22.09	22095.0	900	24.55	28.71	-4.16	-14.60%	
12/02/2019	04:30:00 a.m.	2037700.36								
12/02/2019	04:45:00 a.m.	2037722.02	21.67	21666.2	900	24.07	28.68	-4.61	-16.07%	
12/02/2019	05:00:00 a.m.	2037743.69	21.67	21668.4	900	24.08	28.89	-4.81	-16.65%	
12/02/2019	05:15:00 a.m.	2037765.49	21.80	21800.2	900	24.22	28.91	-4.69	-16.21%	
12/02/2019	05:30:00 a.m.	2037787.43	21.94	21936.9	900	24.37	28.82	-4.14	-14.63%	
12/02/2019	05:45:00 a.m.	2037809.20	21.78	21776.2	900	24.20	28.48	-4.28	-15.04%	
12/02/2019	06:00:00 a.m.	2037830.87	21.66	21662.6	900	24.07	28.67	-4.60	-16.05%	
12/02/2019	06:15:00 a.m.	2037852.69	21.82	21823.3	900	24.25	29.21	-4.96	-16.99%	
12/02/2019	06:30:00 a.m.	2037874.74	22.05	22045.5	900	24.49	28.49	-4.00	-14.03%	
12/02/2019	08:15:00 a.m.	2037905.71								
12/02/2019	08:30:00 a.m.	2037927.26	21.55	21555.0	900	23.95	29.30	-5.35	-18.26%	
12/02/2019	08:45:00 a.m.	2037948.70	21.44	21435.2	900	23.82	29.39	-5.58	-18.98%	
12/02/2019	09:00:00 a.m.	2037970.63	21.93	21933.6	900	24.37	29.15	-4.78	-16.40%	
12/02/2019	09:15:00 a.m.	2037992.98	22.35	22345.4	900	24.83	29.25	-4.42	-15.11%	
12/02/2019	09:30:00 a.m.	2038015.05	22.07	22070.4	900	24.52	28.95	-4.43	-15.29%	
12/02/2019	09:45:00 a.m.	2038036.89	21.84	21842.2	900	24.27	28.86	-4.59	-15.90%	
12/02/2019	10:00:00 a.m.	2038058.71	21.82	21825.0	900	24.25	29.28	-5.03	-17.17%	
12/02/2019	10:15:00 a.m.	2038080.43	21.72	21718.2	900	24.13	28.82	-4.69	-16.28%	
12/02/2019	10:30:00 a.m.	2038101.82	21.38	21383.5	900	23.76	28.96	-5.20	-17.97%	
12/02/2019	10:45:00 a.m.	2038122.96	21.14	21143.8	900	23.49	29.16	-5.67	-19.43%	
12/02/2019	11:00:00 a.m.	2038144.37	21.41	21405.6	900	23.78	29.06	-5.28	-18.17%	
12/02/2019	12:30:00 p.m.	2038176.11								
12/02/2019	12:45:00 p.m.	2038198.17	22.06	22061.2	900	24.51	29.64	-5.12	-17.29%	
12/02/2019	01:00:00 p.m.	2038220.40	22.23	22233.6	900	24.70	29.65	-4.95	-16.69%	
12/02/2019	01:15:00 p.m.	2038242.40	22.00	22003.6	900	24.45	29.38	-4.93	-16.78%	
12/02/2019	01:30:00 p.m.	2038264.28	21.88	21878.0	900	24.31	29.44	-5.13	-17.43%	
12/02/2019	01:45:00 p.m.	2038286.29	22.00	22005.0	900	24.45	29.05	-4.60	-15.84%	
12/02/2019	02:00:00 p.m.	2038308.27	21.99	21986.5	900	24.43	29.23	-4.80	-16.42%	
12/02/2019	02:15:00 p.m.	2038329.98	21.71	21708.0	900	24.12	28.95	-4.83	-16.68%	
12/02/2019	02:30:00 p.m.	2038351.42	21.43	21434.7	900	23.82	28.85	-5.04	-17.46%	
12/02/2019	02:45:00 p.m.	2038373.10	21.68	21684.5	900	24.09	29.17	-5.07	-17.39%	
12/02/2019	03:00:00 p.m.	2038394.96	21.86	21857.7	900	24.29	29.17	-4.88	-16.73%	
12/02/2019	03:15:00 p.m.	2038416.98	22.03	22025.6	900	24.47	28.97	-4.50	-15.53%	
12/02/2019	03:30:00 p.m.	2038439.21	22.23	22230.0	900	24.70	29.32	-4.62	-15.75%	
12/02/2019	05:00:00 p.m.	2038470.60								
12/02/2019	05:15:00 p.m.	2038492.83	22.23	22229.2	900	24.70	29.66	-4.96	-16.72%	
12/02/2019	05:30:00 p.m.	2038514.84	22.01	22007.8	900	24.45	29.64	-5.08	-17.21%	
12/02/2019	05:45:00 p.m.	2038536.62	21.79	21787.0	900	24.21	29.33	-5.12	-17.47%	
12/02/2019	06:00:00 p.m.	2038558.67	22.05	22048.6	900	24.50	29.62	-5.12	-17.28%	
12/02/2019	06:15:00 p.m.	2038581.00	22.33	22327.8	900	24.81	29.19	-4.38	-15.00%	
12/02/2019	06:30:00 p.m.	2038603.12	22.12	22123.7	900	24.58	28.97	-4.39	-15.15%	
12/02/2019	06:45:00 p.m.	2038624.94	21.82	21820.8	900	24.25	28.84	-4.60	-15.94%	
12/02/2019	07:00:00 p.m.	2038646.59	21.65	21645.9	900	24.05	28.88	-4.83	-16.73%	
12/02/2019	07:15:00 p.m.	2038668.46	21.87	21870.0	900	24.30	29.09	-4.79	-16.46%	
12/02/2019	07:30:00 p.m.	2038690.29	21.83	21830.7	900	24.26	28.78	-4.52	-15.72%	
12/02/2019	09:30:00 p.m.	2038743.49								
12/02/2019	09:45:00 p.m.	2038764.94	21.46	21458.2	900	23.84	29.50	-5.66	-19.18%	
12/02/2019	10:00:00 p.m.	2038786.24	21.30	21299.9	900	23.67	29.64	-5.97	-20.14%	
12/02/2019	10:15:00 p.m.	2038808.12	21.88	21876.0	900	24.31	29.46	-5.15	-17.49%	
12/02/2019	10:30:00 p.m.	2038830.44	22.32	22320.0	900	24.80	29.79	-4.99	-16.75%	
12/02/2019	10:45:00 p.m.	2038852.76	22.32	22320.0	900	24.80	29.41	-4.61	-15.67%	
12/02/2019	11:00:00 p.m.	2038874.77	22.01	22008.5	900	24.45	29.51	-5.06	-17.14%	
12/02/2019	11:15:00 p.m.	2038896.98	21.21	21213.9	900	23.57	29.67	-6.00	-20.30%	
12/02/2019	11:30:00 p.m.	2038917.26	21.28	21281.8	900	23.65	29.49	-5.84	-19.81%	
12/02/2019	11:45:00 p.m.	2038939.30	22.03	22033.2	900	24.48	29.39	-4.91	-16.72%	
Datos generados en horas de servicio			1,224.11	1,224,106.93	60,400.00	24.29	29.35	-271.21	-17.13%	
			TOTALES		PROMEDIO		TOTAL	PROMEDIO		

**Tabla 37 Día 3, datos del aforo con equipo ultrasónico del IMTA en el Pozo #2**

AUDITORIA A MEDIDORES DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 25 MM									
DATOS DEL POZO									
Nombre:	POZO #2	Domicilio:	Av. Emiliano Zapata entre Av. Topolobampo con Av. Independencia						
Fecha	Hora de inicio	Medidor Residente				Ultrasónico		Vol. (L) submedido	Error (%)
		Lec Inic (m3)	Lec fin (m3)	Vol. (L)	Tiempo seg	Q-L/S	Q equipo - L/S		
13/02/2019	12:00:00 a. m.	2038961.66							
13/02/2019	12:15:00 a. m.	2038983.49	21.82	21825.0	900	24.25	29.00	-4.75	-16.38%
13/02/2019	12:30:00 a. m.	2039005.15	21.66	21660.0	900	24.07	29.48	-5.41	-18.35%
13/02/2019		Paro del equipo de bombeo							
13/02/2019	02:30:00 a. m.	2039059.30							
13/02/2019	02:45:00 a. m.	2039080.52	21.22	21220.3	900	23.58	28.85	-5.27	-18.27%
13/02/2019	03:00:00 a. m.	2039101.12	20.60	20601.9	900	22.89	29.27	-6.38	-21.80%
13/02/2019	03:15:00 a. m.	2039122.20	21.07	21075.0	900	23.42	29.08	-5.66	-19.47%
13/02/2019	03:30:00 a. m.	2039143.78	21.58	21584.5	900	23.98	28.81	-4.83	-16.77%
13/02/2019	03:45:00 a. m.	2039164.97	21.18	21181.5	900	23.53	28.72	-5.18	-18.04%
13/02/2019		Paro del equipo de bombeo							
13/02/2019	05:45:00 a. m.	2039195.23							
13/02/2019	06:00:00 a. m.	2039216.74	21.51	21510.0	900	23.90	29.17	-5.27	-18.07%
13/02/2019	06:15:00 a. m.	2039238.68	21.94	21936.7	900	24.37	29.41	-5.04	-17.13%
13/02/2019	06:30:00 a. m.	2039260.75	22.07	22073.4	900	24.53	29.27	-4.75	-16.21%
13/02/2019	06:45:00 a. m.	2039283.00	22.25	22251.1	900	24.72	29.01	-4.29	-14.78%
13/02/2019	07:00:00 a. m.	2039305.36	22.36	22356.3	900	24.84	29.21	-4.37	-14.96%
13/02/2019	07:15:00 a. m.	2039327.63	22.27	22267.4	900	24.74	29.05	-4.31	-14.82%
13/02/2019	07:30:00 a. m.	2039349.73	22.10	22101.3	900	24.56	29.37	-4.81	-16.38%
13/02/2019	07:45:00 a. m.	2039371.61	21.88	21879.0	900	24.31	29.03	-4.72	-16.27%
13/02/2019	08:00:00 a. m.	2039393.46	21.85	21853.9	900	24.28	28.76	-4.48	-15.58%
13/02/2019	08:15:00 a. m.	2039415.89	22.43	22433.1	900	24.93	29.16	-4.24	-14.52%
13/02/2019	08:30:00 a. m.	2039440.01	24.11	24114.0	900	26.79	29.24	-2.45	-8.37%
13/02/2019		Paro del equipo de bombeo							
13/02/2019	10:30:00 a. m.	2039498.75							
13/02/2019	10:45:00 a. m.	2039524.12	25.37	25371.0	900	28.19	29.79	-1.60	-5.37%
13/02/2019	11:00:00 a. m.	2039549.70	25.58	25578.0	900	28.42	29.96	-1.54	-5.14%
13/02/2019	11:15:00 a. m.	2039575.36	25.66	25659.2	900	28.51	29.61	-1.10	-3.71%
13/02/2019	11:30:00 a. m.	2039600.66	25.29	25293.4	900	28.10	29.38	-1.28	-4.35%
13/02/2019	11:45:00 a. m.	2039625.85	25.20	25196.0	900	28.00	29.55	-1.56	-5.27%
13/02/2019	12:00:00 p. m.	2039650.81	24.95	24953.9	900	27.73	29.24	-1.52	-5.18%
13/02/2019	12:15:00 p. m.	2039675.04	24.23	24230.0	900	26.92	28.93	-2.01	-6.95%
13/02/2019	12:30:00 p. m.	2039699.37	24.34	24336.5	900	27.04	29.23	-2.19	-7.48%
13/02/2019	12:45:00 p. m.	2039724.37	24.99	24993.9	900	27.77	29.05	-1.28	-4.39%
13/02/2019	01:00:00 p. m.	2039749.35	24.99	24989.2	900	27.77	29.27	-1.50	-5.14%
13/02/2019	01:15:00 p. m.	2039774.21	24.85	24853.5	900	27.61	28.81	-1.19	-4.14%
13/02/2019	01:30:00 p. m.	2039799.06	24.85	24853.5	900	27.62	29.03	-1.41	-4.87%
13/02/2019	01:45:00 p. m.	2039824.03	24.96	24965.0	900	27.74	29.13	-1.39	-4.76%
13/02/2019	02:00:00 p. m.	2039849.24	25.22	25215.7	900	28.02	28.99	-0.97	-3.35%
13/02/2019		Paro del equipo de bombeo							
13/02/2019	03:30:00 p. m.	2039885.75							
13/02/2019	03:45:00 p. m.	2039910.35	24.60	24602.8	900	27.34	29.40	-2.06	-7.00%
13/02/2019	04:00:00 p. m.	2039934.84	24.49	24491.0	900	27.21	29.59	-2.38	-8.05%
13/02/2019	04:15:00 p. m.	2039959.41	24.57	24571.9	900	27.30	29.20	-1.90	-6.50%
13/02/2019	04:30:00 p. m.	2039983.39	23.98	23980.1	900	26.64	29.44	-2.79	-9.49%
13/02/2019	04:45:00 p. m.	2040007.29	23.89	23893.5	900	26.55	29.40	-2.85	-9.71%
13/02/2019	05:00:00 p. m.	2040031.88	24.59	24589.9	900	27.32	29.49	-2.17	-7.35%
13/02/2019	05:15:00 p. m.	2040056.66	24.78	24781.6	900	27.54	29.02	-1.49	-5.13%
13/02/2019	05:30:00 p. m.	2040080.99	24.34	24336.0	900	27.04	28.84	-1.80	-6.24%
13/02/2019	05:45:00 p. m.	2040105.35	24.35	24353.8	900	27.06	29.03	-1.97	-6.77%
13/02/2019	06:00:00 p. m.	2040129.79	24.44	24443.6	900	27.16	28.72	-1.56	-5.42%
13/02/2019	06:15:00 p. m.	2040153.76	23.96	23965.0	900	26.63	28.84	-2.22	-7.68%
13/02/2019		Paro del equipo de bombeo							
13/02/2019	08:15:00 p. m.	2040211.94							
13/02/2019	08:30:00 p. m.	2040236.85	24.91	24905.3	900	27.67	29.38	-1.71	-5.82%
13/02/2019	08:45:00 p. m.	2040262.06	25.21	25210.2	900	28.01	29.26	-1.25	-4.27%
13/02/2019	09:00:00 p. m.	2040287.22	25.17	25155.6	900	27.95	29.36	-1.40	-4.76%
13/02/2019	09:15:00 p. m.	2040312.24	25.02	25015.3	900	27.79	29.06	-1.27	-4.35%
13/02/2019	09:30:00 p. m.	2040337.15	24.91	24910.9	900	27.68	29.23	-1.55	-5.31%
13/02/2019	09:45:00 p. m.	2040361.86	24.71	24712.0	900	27.45	28.88	-1.43	-4.93%
13/02/2019	10:00:00 p. m.	2040386.94	25.08	25079.6	900	27.87	29.16	-1.30	-4.45%
13/02/2019	10:15:00 p. m.	2040412.24	25.30	25300.4	900	28.11	29.05	-0.94	-3.25%
13/02/2019	10:30:00 p. m.	2040437.51	25.27	25272.8	900	28.08	29.07	-0.99	-3.41%
13/02/2019	10:45:00 p. m.	2040462.51	24.99	24992.5	900	27.77	29.02	-1.25	-4.32%
13/02/2019	11:00:00 p. m.	2040487.24	24.73	24731.0	900	27.48	28.76	-1.28	-4.47%
<b>Datos generales en horas de servicio</b>			<b>1,287.72</b>	<b>1,287,718.05</b>	<b>48,600.00</b>	<b>26.80</b>	<b>29.17</b>	<b>-144.28</b>	<b>-9.17%</b>
			<b>TOTALES</b>			<b>PROMEDIO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>	

**Tabla 38 Día 4, datos del aforo con equipo ultrasónico del IMTA en el Pozo #2**

AUDITORÍA A MEDIDORES DE DIÁMETRO IGUAL O MAYOR A 25 MM										
DATOS DEL POZO										
Nombre:	POZO #2	Domicilio:	Av. Emiliano Zapata entre Av. Topolobampo con Av. Independencia							
	Fecha	Hora de inicio	Medidor Residente				Ultrasónico	Vol. (L) submedido	Error (%)	
	Lec inic (m3)	Lec fin (m3)	Vol. (L)	Tiempo seg	Q-L/S	Q equipo = L/S				
	14/02/2019	01:00:00 a. m.	2040528.4							
	14/02/2019	01:15:00 a. m.	2040554.1	25.68	25684.7	900	28.54	29.27	-0.73	-2.50%
	14/02/2019	01:30:00 a. m.	2040579.7	25.60	25604.1	900	28.45	29.11	-0.66	-2.25%
	14/02/2019	01:45:00 a. m.	2040605.3	25.59	25591.5	900	28.43	28.84	-0.40	-1.40%
	14/02/2019	02:00:00 a. m.	2040630.7	25.47	25465.0	900	28.29	29.12	-0.82	-2.83%
	14/02/2019	02:15:00 a. m.	2040655.9	25.20	25200.6	900	28.00	29.17	-1.17	-4.02%
	14/02/2019	02:30:00 a. m.	2040681.1	25.19	25185.2	900	27.98	28.43	-0.45	-1.58%
	14/02/2019	Paro del equipo de bombeo								
	14/02/2019	04:45:00 a. m.	2040741.4							
	14/02/2019	05:00:00 a. m.	2040766.5	25.16	25159.7	900	27.96	29.06	-1.10	-3.79%
	14/02/2019	05:15:00 a. m.	2040791.9	25.35	25348.9	900	28.17	29.19	-1.02	-3.50%
	14/02/2019	05:30:00 a. m.	2040816.9	24.98	24984.4	900	27.76	29.06	-1.30	-4.48%
	14/02/2019	05:45:00 a. m.	2040841.4	24.55	24547.1	900	27.27	28.99	-1.72	-5.93%
	14/02/2019	06:00:00 a. m.	2040865.8	24.36	24363.7	900	27.07	29.12	-2.05	-7.02%
	14/02/2019	06:15:00 a. m.	2040890.7	24.87	24874.2	900	27.64	28.45	-0.81	-2.85%
	14/02/2019	Paro del equipo de bombeo								
	14/02/2019	08:00:00 a. m.	2040927.1							
	14/02/2019	08:15:00 a. m.	2040952.4	25.32	25319.3	900	28.13	29.22	-1.09	-3.73%
	14/02/2019	08:30:00 a. m.	2040977.9	25.53	25533.7	900	28.37	29.78	-1.41	-4.73%
	14/02/2019	08:45:00 a. m.	2041003.6	25.65	25649.4	900	28.50	29.07	-0.57	-1.98%
	14/02/2019	09:00:00 a. m.	2041029	25.41	25411.4	900	28.23	29.37	-1.14	-3.88%
	14/02/2019	09:15:00 a. m.	2041054.6	25.59	25591.8	900	28.44	29.65	-1.21	-4.09%
	14/02/2019	09:30:00 a. m.	2041080.3	25.69	25690.4	900	28.54	29.31	-0.76	-2.61%
	14/02/2019	09:45:00 a. m.	2041105.8	25.54	25544.5	900	28.38	29.24	-0.85	-2.92%
	14/02/2019	10:00:00 a. m.	2041131.3	25.47	25472.1	900	28.30	29.26	-0.96	-3.27%
	14/02/2019	10:15:00 a. m.	2041156.5	25.18	25182.4	900	27.98	28.84	-0.86	-2.98%
	14/02/2019	10:30:00 a. m.	2041181.7	25.24	25239.0	900	28.04	29.28	-1.24	-4.22%
	14/02/2019	10:45:00 a. m.	2041207.3	25.65	25654.2	900	28.50	28.89	-0.38	-1.33%
	14/02/2019	11:00:00 a. m.	2041232.6	25.28	25277.2	900	28.09	29.33	-1.24	-4.24%
	14/02/2019	11:15:00 a. m.	2041257.4	24.77	24772.7	900	27.53	28.97	-1.44	-4.99%
	14/02/2019	11:30:00 a. m.	2041282.2	24.78	24781.7	900	27.54	28.89	-1.36	-4.69%
	14/02/2019	11:45:00 a. m.	2041307.1	24.94	24942.3	900	27.71	28.91	-1.20	-4.14%
	14/02/2019	Paro del equipo de bombeo								
	14/02/2019	01:15:00 p. m.	2041344							
	14/02/2019	01:30:00 p. m.	2041369.6	25.64	25635.2	900	28.48	29.42	-0.93	-3.17%
	14/02/2019	01:45:00 p. m.	2041394.7	25.07	25072.9	900	27.86	29.58	-1.73	-5.83%
	14/02/2019	02:00:00 p. m.	2041419.3	24.63	24625.3	900	27.36	29.56	-2.19	-7.42%
	14/02/2019	02:15:00 p. m.	2041444.1	24.78	24780.7	900	27.53	29.62	-2.09	-7.05%
14/02/2019	02:30:00 p. m.	2041468.7	24.63	24633.6	900	27.37	29.25	-1.88	-6.43%	
14/02/2019	02:45:00 p. m.	2041493.3	24.57	24572.0	900	27.30	29.63	-2.33	-7.86%	
14/02/2019	03:00:00 p. m.	2041518.1	24.79	24791.4	900	27.55	29.18	-1.64	-5.61%	
14/02/2019	03:15:00 p. m.	2041542.8	24.72	24721.0	900	27.47	28.95	-1.49	-5.13%	
14/02/2019	03:30:00 p. m.	2041567.7	24.93	24933.5	900	27.70	29.34	-1.63	-5.56%	
14/02/2019	03:45:00 p. m.	2041592.4	24.63	24630.1	900	27.37	28.94	-1.57	-5.43%	
14/02/2019	04:00:00 p. m.	2041616.8	24.42	24419.5	900	27.13	28.98	-1.84	-6.36%	
14/02/2019	04:15:00 p. m.	2041641.8	25.01	25008.8	900	27.79	28.98	-1.19	-4.11%	
Datos generales en horas de servicio			979.90	979,895.13	35,100.00	27.92	29.19	-48.48	-4.26%	
			TOTALES			PROMEDIO		TOTAL	PROMEDIO	

**Tabla 39 Comparativa de gastos registrados entre medidores de IMTA y JRAS**

<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #2</b>			
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
11/02/2019	02:30:00 p. m.	28.44	23.01
11/02/2019	02:45:00 p. m.	28.05	23.05
11/02/2019	03:00:00 p. m.	28.70	23.41
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
11/02/2019	04:45:00 p. m.	29.32	24.51
11/02/2019	05:00:00 p. m.	29.25	24.78
11/02/2019	05:15:00 p. m.	28.89	24.04
11/02/2019	05:30:00 p. m.	28.92	23.72
11/02/2019	05:45:00 p. m.	28.70	23.56
11/02/2019	06:00:00 p. m.	29.33	23.90
11/02/2019	06:15:00 p. m.	28.86	24.49
11/02/2019	06:30:00 p. m.	28.73	24.30
11/02/2019	06:45:00 p. m.	28.59	24.00
11/02/2019	07:00:00 p. m.	28.47	23.62
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
11/02/2019	08:45:00 p. m.	29.46	24.26
11/02/2019	09:00:00 p. m.	29.18	24.87
11/02/2019	09:15:00 p. m.	28.70	24.16
11/02/2019	09:30:00 p. m.	29.43	24.26
11/02/2019	09:45:00 p. m.	28.89	23.68
11/02/2019	10:00:00 p. m.	29.21	23.78
11/02/2019	10:15:00 p. m.	28.63	24.52
11/02/2019	10:30:00 p. m.	28.86	24.13
11/02/2019	10:45:00 p. m.	28.68	24.29
11/02/2019	11:00:00 p. m.	28.61	24.15
<b>12/02/2019</b>	<b>01:00:00 a. m.</b>	<b>29.06</b>	<b>23.24</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>01:15:00 a. m.</b>	<b>29.01</b>	<b>24.32</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>01:30:00 a. m.</b>	<b>28.99</b>	<b>25.00</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>01:45:00 a. m.</b>	<b>28.59</b>	<b>25.10</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>02:00:00 a. m.</b>	<b>28.71</b>	<b>24.11</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>02:15:00 a. m.</b>	<b>28.82</b>	<b>24.98</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>02:30:00 a. m.</b>	<b>28.71</b>	<b>24.13</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>02:45:00 a. m.</b>	<b>28.69</b>	<b>23.34</b>
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
<b>12/02/2019</b>	<b>04:45:00 a. m.</b>	<b>28.68</b>	<b>24.45</b>
<b>12/02/2019</b>	<b>05:00:00 a. m.</b>	<b>28.89</b>	<b>23.67</b>
12/02/2019	05:15:00 a. m.	28.91	24.75
12/02/2019	05:30:00 a. m.	28.52	24.02
12/02/2019	05:45:00 a. m.	28.48	24.36
12/02/2019	06:00:00 a. m.	28.67	23.78
12/02/2019	06:15:00 a. m.	29.21	24.70
12/02/2019	06:30:00 a. m.	28.49	24.31
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00

<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #2</b>			
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
12/02/2019	08:00:00 a. m.	29.28	23.22
12/02/2019	08:15:00 a. m.	29.23	24.11
12/02/2019	08:30:00 a. m.	29.30	23.80
12/02/2019	08:45:00 a. m.	29.39	23.83
12/02/2019	09:00:00 a. m.	29.15	24.90
12/02/2019	09:15:00 a. m.	29.25	24.77
12/02/2019	09:30:00 a. m.	28.95	24.28
12/02/2019	09:45:00 a. m.	28.86	24.26
12/02/2019	10:00:00 a. m.	29.28	24.24
12/02/2019	10:15:00 a. m.	28.82	24.02
12/02/2019	10:30:00 a. m.	28.96	23.50
12/02/2019	10:45:00 a. m.	29.16	23.48
12/02/2019	11:00:00 a. m.	29.06	24.08
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
12/02/2019	12:30:00 p. m.	30.11	24.31
12/02/2019	12:45:00 p. m.	29.64	24.71
12/02/2019	01:00:00 p. m.	29.65	24.72
12/02/2019	01:15:00 p. m.	29.38	24.17
12/02/2019	01:30:00 p. m.	29.44	24.46
12/02/2019	01:45:00 p. m.	29.05	24.44
12/02/2019	02:00:00 p. m.	29.23	24.42
12/02/2019	02:15:00 p. m.	28.95	23.83
12/02/2019	02:30:00 p. m.	28.85	23.79
12/02/2019	02:45:00 p. m.	29.17	24.42
12/02/2019	03:00:00 p. m.	29.17	24.14
12/02/2019	03:15:00 p. m.	28.97	24.82
12/02/2019	03:30:00 p. m.	29.32	23.90
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
12/02/2019	05:00:00 p. m.	29.66	24.68
12/02/2019	05:15:00 p. m.	29.54	24.72
12/02/2019	05:30:00 p. m.	29.33	24.18
12/02/2019	05:45:00 p. m.	29.62	24.24
12/02/2019	06:00:00 p. m.	29.19	24.76
12/02/2019	06:15:00 p. m.	28.97	24.86
12/02/2019	06:30:00 p. m.	28.84	24.30
12/02/2019	06:45:00 p. m.	28.88	24.19
12/02/2019	07:00:00 p. m.	29.09	23.90
12/02/2019	07:15:00 p. m.	28.78	24.71
12/02/2019	07:30:00 p. m.	29.03	23.79
12/02/2019	07:45:00 p. m.	28.62	24.38
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
12/02/2019	09:15:00 p. m.	29.29	23.71
12/02/2019	09:30:00 p. m.	29.48	23.80
12/02/2019	09:45:00 p. m.	29.50	23.88

<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #2</b>			
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
12/02/2019	10:00:00 p. m.	29.64	23.45
12/02/2019	10:15:00 p. m.	29.46	25.19
12/02/2019	10:30:00 p. m.	29.79	24.40
12/02/2019	10:45:00 p. m.	29.41	25.19
12/02/2019	11:00:00 p. m.	29.51	23.73
12/02/2019	11:15:00 p. m.	29.57	23.41
12/02/2019	11:30:00 p. m.	29.49	23.88
12/02/2019	11:45:00 p. m.	29.39	25.12
<b>13/02/2019</b>	<b>12:00:00 a. m.</b>	<b>29.40</b>	<b>24.42</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>12:15:00 a. m.</b>	<b>29.00</b>	<b>24.12</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>12:30:00 a. m.</b>	<b>29.48</b>	<b>24.01</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>12:45:00 a. m.</b>	<b>29.33</b>	<b>24.54</b>
	<b>Para el equipo de bombeo</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>02:15:00 a. m.</b>	<b>29.17</b>	<b>26.11</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>02:30:00 a. m.</b>	<b>29.42</b>	<b>23.93</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>02:45:00 a. m.</b>	<b>28.85</b>	<b>23.26</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>03:00:00 a. m.</b>	<b>29.27</b>	<b>22.50</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>03:15:00 a. m.</b>	<b>29.08</b>	<b>24.30</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>03:30:00 a. m.</b>	<b>28.81</b>	<b>23.69</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>03:45:00 a. m.</b>	<b>28.72</b>	<b>23.37</b>
<b>13/02/2019</b>	<b>04:00:00 a. m.</b>	<b>28.46</b>	<b>24.21</b>
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
13/02/2019	06:00:00 a. m.	29.17	24.26
13/02/2019	06:15:00 a. m.	29.41	24.51
13/02/2019	06:30:00 a. m.	29.27	24.53
13/02/2019	06:45:00 a. m.	29.01	24.92
13/02/2019	07:00:00 a. m.	29.21	24.76
13/02/2019	07:15:00 a. m.	29.05	24.72
13/02/2019	07:30:00 a. m.	29.37	24.40
13/02/2019	07:45:00 a. m.	29.03	24.21
13/02/2019	08:00:00 a. m.	28.76	24.35
13/02/2019	08:15:00 a. m.	29.16	25.75
13/02/2019	08:30:00 a. m.	29.24	27.56
13/02/2019	08:45:00 a. m.	28.97	25.68
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
13/02/2019	10:45:00 a. m.	29.79	28.15
13/02/2019	11:00:00 a. m.	29.96	28.74
13/02/2019	11:15:00 a. m.	29.61	28.33
13/02/2019	11:30:00 a. m.	29.38	27.86
13/02/2019	11:45:00 a. m.	29.55	28.14
13/02/2019	12:00:00 p. m.	29.24	27.35
13/02/2019	12:15:00 p. m.	28.93	26.49
13/02/2019	12:30:00 p. m.	29.23	27.63
13/02/2019	12:45:00 p. m.	29.05	27.95

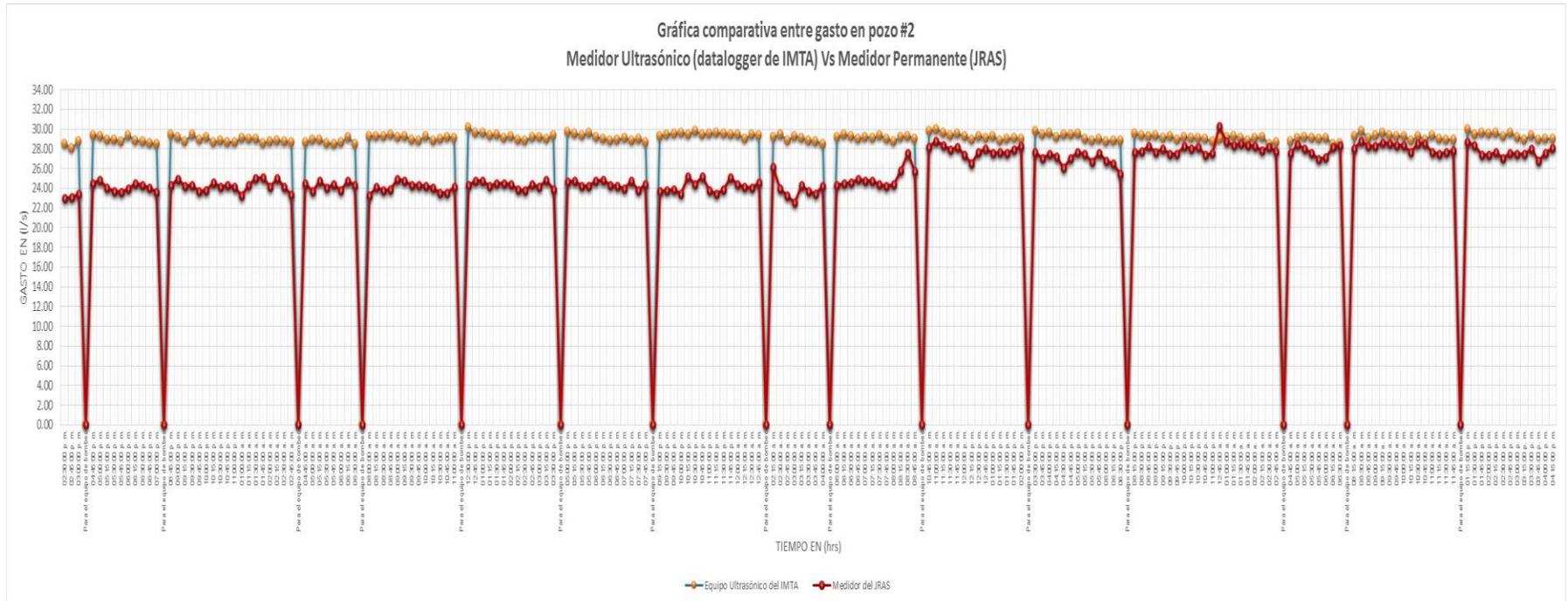
<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #2</b>			
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
13/02/2019	01:00:00 p. m.	29.27	27.57
13/02/2019	01:15:00 p. m.	28.81	27.63
13/02/2019	01:30:00 p. m.	29.03	27.56
13/02/2019	01:45:00 p. m.	29.13	27.88
13/02/2019	02:00:00 p. m.	28.99	28.27
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
13/02/2019	03:30:00 p. m.	29.77	27.60
13/02/2019	03:45:00 p. m.	29.40	27.00
13/02/2019	04:00:00 p. m.	29.59	27.42
13/02/2019	04:15:00 p. m.	29.20	27.20
13/02/2019	04:30:00 p. m.	29.44	26.07
13/02/2019	04:45:00 p. m.	29.40	27.01
13/02/2019	05:00:00 p. m.	29.49	27.60
13/02/2019	05:15:00 p. m.	29.02	27.45
13/02/2019	05:30:00 p. m.	28.84	26.64
13/02/2019	05:45:00 p. m.	29.03	27.51
13/02/2019	06:00:00 p. m.	28.72	26.78
13/02/2019	06:15:00 p. m.	28.84	26.48
13/02/2019	06:30:00 p. m.	28.79	25.48
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
13/02/2019	08:15:00 p. m.	29.56	27.60
13/02/2019	08:30:00 p. m.	29.38	27.70
13/02/2019	08:45:00 p. m.	29.26	28.28
13/02/2019	09:00:00 p. m.	29.36	27.63
13/02/2019	09:15:00 p. m.	29.06	27.98
13/02/2019	09:30:00 p. m.	29.23	27.44
13/02/2019	09:45:00 p. m.	28.88	27.49
13/02/2019	10:00:00 p. m.	29.16	28.23
13/02/2019	10:15:00 p. m.	29.05	28.03
13/02/2019	10:30:00 p. m.	29.07	28.18
13/02/2019	10:45:00 p. m.	29.02	27.41
13/02/2019	11:00:00 p. m.	28.76	27.56
<b>14/02/2019</b>	<b>12:45:00 a. m.</b>	<b>29.02</b>	<b>30.25</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>01:00:00 a. m.</b>	<b>29.18</b>	<b>28.67</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>01:15:00 a. m.</b>	<b>29.27</b>	<b>28.38</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>01:30:00 a. m.</b>	<b>29.11</b>	<b>28.47</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>01:45:00 a. m.</b>	<b>28.84</b>	<b>28.35</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>02:00:00 a. m.</b>	<b>29.12</b>	<b>28.23</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>02:15:00 a. m.</b>	<b>29.17</b>	<b>27.78</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>02:30:00 a. m.</b>	<b>28.43</b>	<b>28.16</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>02:45:00 a. m.</b>	<b>28.67</b>	<b>27.72</b>
	Para el equipo de bombeo	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>04:45:00 a. m.</b>	<b>28.77</b>	<b>27.51</b>
<b>14/02/2019</b>	<b>05:00:00 a. m.</b>	<b>29.06</b>	<b>28.46</b>



ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS,  
CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE  
ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHTEMOC ESTADO DE  
CHIHUAHUA



<b>AUDITORIA A MEDIDOR ELECTRONICO INSTALADO EN POZO #2</b>			
<b>Medidor:</b>	<b>HORA</b>	<b>IMTA</b>	<b>JRAS</b>
<b>FECHA</b>		<b>Q<sub>ultrasónico</sub> (l/s)</b>	<b>Q<sub>permanente</sub> (l/s)</b>
14/02/2019	05:15:00 a. m.	29.19	27.95
14/02/2019	05:30:00 a. m.	29.06	27.58
14/02/2019	05:45:00 a. m.	28.99	26.94
14/02/2019	06:00:00 a. m.	29.12	27.15
14/02/2019	06:15:00 a. m.	28.45	28.15
14/02/2019	06:30:00 a. m.	28.56	28.30
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
14/02/2019	08:15:00 a. m.	29.22	28.00
14/02/2019	08:30:00 a. m.	29.78	28.77
14/02/2019	08:45:00 a. m.	29.07	28.22
14/02/2019	09:00:00 a. m.	29.37	28.25
14/02/2019	09:15:00 a. m.	29.65	28.61
14/02/2019	09:30:00 a. m.	29.31	28.51
14/02/2019	09:45:00 a. m.	29.24	28.31
14/02/2019	10:00:00 a. m.	29.26	28.36
14/02/2019	10:15:00 a. m.	28.84	27.63
14/02/2019	10:30:00 a. m.	29.28	28.49
14/02/2019	10:45:00 a. m.	28.89	28.54
14/02/2019	11:00:00 a. m.	29.33	27.61
14/02/2019	11:15:00 a. m.	28.97	27.43
14/02/2019	11:30:00 a. m.	28.89	27.66
14/02/2019	11:45:00 a. m.	28.91	27.80
	Para el equipo de bombeo	0.00	0.00
14/02/2019	01:15:00 p. m.	29.99	28.66
14/02/2019	01:30:00 p. m.	29.42	28.31
14/02/2019	01:45:00 p. m.	29.58	27.38
14/02/2019	02:00:00 p. m.	29.56	27.37
14/02/2019	02:15:00 p. m.	29.62	27.68
14/02/2019	02:30:00 p. m.	29.25	26.99
14/02/2019	02:45:00 p. m.	29.63	27.59
14/02/2019	03:00:00 p. m.	29.18	27.49
14/02/2019	03:15:00 p. m.	28.95	27.46
14/02/2019	03:30:00 p. m.	29.34	28.00
14/02/2019	03:45:00 p. m.	28.94	26.75
14/02/2019	04:00:00 p. m.	28.98	27.53
14/02/2019	04:15:00 p. m.	28.98	28.07



**Ilustración 76 Comparativa de curvas de gastos por cada medidor de IMTA y JRAS observándose el rango de submedición en pozo #2**

**Se recomienda realizar una revisión y calibración de los medidores instalados, o en su caso que sean reemplazados.**

**Tabla 40 Concentrado de resultados promedio de aforos registrados en pozo #1 y afectados por el % error por submedición calculado**

ANÁLISIS DE LA PRODUCCIÓN AFORANDO CON EQUIPO ULTRASÓNICO EN POZO # 2 EN 2019, ANAHUAC, CHIHUAHUA									
Datos del medidor "in situ"			(%) de error determinados con el mdidor ultrasónico (IMTA) con respecto al Medidor de JRAS		Corrección de volúmenes por IMTA				
Día aforado	Volumen promedio reportado por JRAS según horas de operación al día (m <sup>3</sup> )	Volumen promedio analizado por hora (m <sup>3</sup> /hora)	(%) de error por Submedición	(%) de error por Sobremedición	Por Submedición promedio según las horas de operación (m <sup>3</sup> )	Por Sobremedición promedio según las horas de operación (m <sup>3</sup> )	Volumen producido corregido según las horas de operación (m <sup>3</sup> )	Volumen submedido promedio (m <sup>3</sup> /hora)	Volumen total promedio corregido por hora (m <sup>3</sup> /hora)
11/02/2019	432.92	86.75	-16.59	0.0000	71.82	0.0000	504.74	14.39	101.14
12/02/2019	1,224.11	87.46	-17.13	0.0000	209.69	0.0000	1,433.80	14.98	102.44
13/02/2019	1,287.72	94.03	-9.13	0.0000	117.57	0.0000	1,405.29	8.58	102.61
14/02/2019	979.90	100.34	-4.26	0.0000	41.74	0.0000	1,021.64	4.27	104.61
Volúmen de producción total sin corregir según horas de operación (m <sup>3</sup> )		3,924.64		Volúmen submedido del total de horas de operación (m <sup>3</sup> )	440.82	Volúmen total corregido (m <sup>3</sup> )	4,365.46		
Volúmen Unitario promedio sin corregir (m <sup>3</sup> /hora)		92.15					Volúmen Unitario promedio corregido (m <sup>3</sup> /hora)		102.70
Volúmen mensual producido y corregido (m <sup>3</sup> /mes)	74,973.40								
Volúmen anual producido corregido (m <sup>3</sup> /año)	899,680.79								
(%) de error promedio por Submedición	-11.78								
(%) de error promedio por Sobremedición	0.00								



### 3.2.12 Resultados globales de los aforos y la producción corregida a nivel anual

Como resultados globales de los aforos y producción promedio anual corregida para la JRAS, se determinaron los siguientes valores para 2019, estimando también la misma producción para 2018; ver la Tabla 27 Estadística de producción de los años 2016, 2017 y 2018“, son muy similares las producciones de fuentes de abastecimiento, por esta razón se estima la misma producción para 2018.

**Los resultados obtenidos de cada pozo #1 y #2, se suman para determinar los datos globales promedios:**

**Volumen total promedio por hora corregido: 204.45 m<sup>3</sup>**

**Volumen total mensual corregido = 149,247.44 m<sup>3</sup>**

**Volumen total anual corregido = 1'790,969.24 m<sup>3</sup>**

**% de error total por submedición calculado promedio: -25.73%**

**Concluyendo, la producción por estadística de 2018, la que maneja el Área Comercial es de 1'230,067 m<sup>3</sup>/año; la analizada con los reportes que registra el sistema de telemetría para el mismo año: 1'194,387.40 m<sup>3</sup>/año para 2018; y la que determina el IMTA en 2019: 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año.**

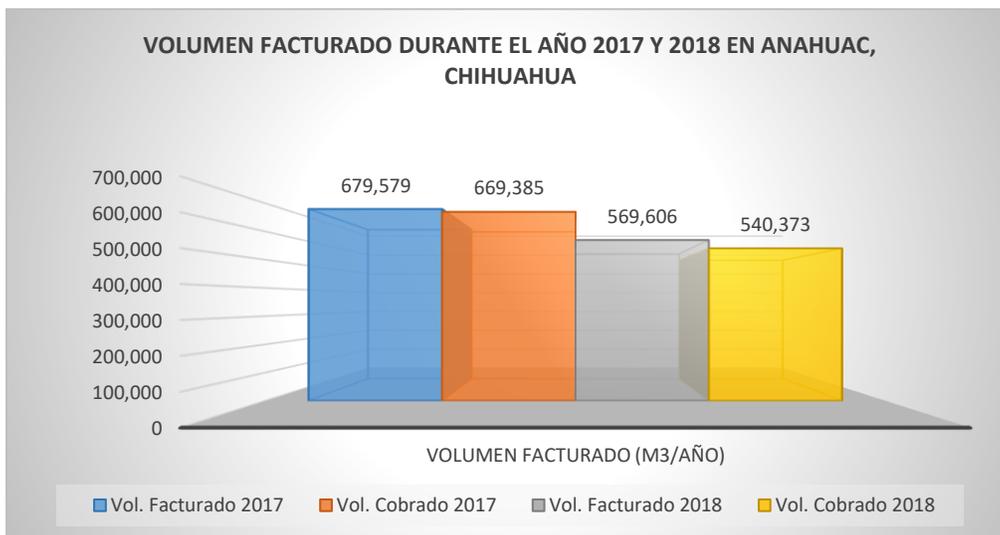
Con estos resultados, es recomendable revisar la información que registra el sistema de telemetría en pozos y tanques, para corregir los datos de producción, realizar monitoreos con equipos ultrasónicos durante una semana. Cuando se presentan apagones de energía eléctrica, estos factores afectan al sistema de telemetría. **La recomendación se hace, porque el volumen anual si es representativo: 1'790,969.24 - 1'194,387.40 = 596,581.84 m<sup>3</sup>/año.** Este resultado puede considerarse también, a que es el agua que se está abasteciendo a la red es para mitigar las fugas tanto en tuberías como en tomas domiciliarias, para que los usuarios tengan un buen servicio. Según los resultados, es un volumen que se está dejando de cobrar.

### 3.2.13 Volúmenes facturados y cobrados de 2018 reportados por la JRAS

Con respecto a los volúmenes facturados por el Área Comercial de JRAS de 2017 y 2018, son los siguientes:

- **El volumen facturado promedio: 679,579 (2017) + 569,606 (2018) = 624,592 m<sup>3</sup>/año**
- **El volumen cobrado promedio: 669,385 (2017) + 540,373 (2018) = 604,879 m<sup>3</sup>/año**

En la Ilustración 77, se muestra los datos del volumen facturado y volumen cobrado a tiempo de los años 2017 y 2018.



**Ilustración 77 Volúmenes facturados y cobrados durante 2017 y 2018.**

### 3.2.14 Importes de la facturación y recaudación a tiempo de 2017 y 2018

En la Ilustración 78 se muestra la información de los importes: agua el 99% + (Alcantarillado + Saneamiento) el 1%, de los años 2017 y 2018, reportados del Área comercial de JRAS de Anáhuac.

**El importe facturado anual promedio: \$6´639,931 (2017) + \$7´796,514 (2018) = \$ 7´218,222 al año**

**El importe recaudado anual promedio: \$5´825,982 (2017) + \$6´667,268 (2018) = \$ 6´246,625 al año**



**Ilustración 78 Importes de la facturación y recaudación de 2017 y 2018**



### 3.2.15 Balance de Agua

El balance del agua permite identificar un índice de eficiencia del mismo, así como del agua que no se vende. Proporciona acciones correctivas y preventivas para una administración eficiente del uso del agua. Ayuda a identificar las pérdidas físicas y comerciales en sus diferentes componentes. El realizar el balance del agua en términos de lo producido y su distribución no ayuda para efectos del control de pérdidas. El balance requiere de un trabajo minucioso que permita, a partir de una distribución más racional del agua y con el mínimo posible de afectaciones, comenzar el proceso recuperativo de las pérdidas de agua por fugas o la incorrecta operación del servicio, así como la identificación y corrección de las fallas comerciales.

En cuanto a los resultados del balance de agua, se muestran a continuación dos escenarios; uno conforme a la información proporcionada por el JRAS y la segunda, según los trabajos realizados en campo, reconocimiento análisis de información, la situación actual.

El balance según el JRAS, la **producción es de 1'194,387 m<sup>3</sup>/anuales**, se autoriza un **volumen facturado del 47.69%** y se cobra oportunamente el 45.24% y un 2.45% que es un consumo autorizado pero no se cobró. Incluye usuarios de uso Doméstico, Comercial, Escolar, Público.

En cuanto al **Agua no contabilizada, que considera las pérdidas físicas y comerciales resultaron del 52.31 %**; distribuidas de la siguiente manera:

- ✓ En pérdidas aparentes: 0.16%
- ✓ En pérdidas identificadas y eliminadas: 0.97%
- ✓ En pérdidas potenciales: 0.0%
- ✓ En pérdidas remanentes: 51.18%

En la Tabla 41 se muestran los resultados del balance de agua según JRAS de Anáhuac, Chihuahua, con la información estadística del 2018.

**Tabla 41 Balance de agua según el JRAS de Anáhuac, Chih. para 2018**

<b>BALANCE DE AGUA SEGÚN LA JRAS DE ANAHUAC, CHIHUAHUA CON DATOS DE 2018</b>			
<b>1,194,387</b> 100%	<b>CONSUMO AUTORIZADO</b>  <b>569,606</b> 47.69%	<b>CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO (Cobrado)</b>  <b>540,373</b> 45.24%	CONSUMO: MEDIDO, PROMEDIO; POR TIPO DE USUARIO: Doméstico, Comercial y Público  <b>540,373</b>  <b>Nota: Vol. Cobrado público: 7,040 m<sup>3</sup>/año</b>
		<b>CONSUMO AUTORIZADO (No cobrado)</b>  <b>29,233</b> 2.45%	DOMÉSTICO <b>0</b>
	COMERCIAL <b>0</b>		
	ESCOLAR <b>9,869</b>		
	PÚBLICO <b>19,364</b>		
	<b>AGUA NO CONTABILIZADA</b>  <b>624,781</b> 52.31%	<b>PERDIDAS APARENTES</b>  <b>1,879</b> 0.16%	CONSUMO DE USUARIOS QUE SOLICITARON SERVICIO DE PIPA <b>928.6</b>
			VOLÚMENES EN MANTENIMIENTO CON VACTOR <b>584.1</b>
			VOLÚMENES REGISTRADOS A PRESIDENCIA (SERV. PÚBLICO) CON PIPAS <b>365.9</b>
		<b>PERDIDAS IDENTIFICADAS Y ELIMINADAS</b>  <b>11,632</b> 0.97%	FUGAS EN MEDIDORES <b>1,215</b>
			FUGAS EN TUBERÍAS (red) <b>66</b>
FUGAS EN TOMAS <b>9,580</b>			
FUGAS EN VÁLVULAS <b>771</b>			
<b>PERDIDAS POTENCIALES</b>  <b>0</b> 0.0%	FUGAS TANQUES <b>No reportado</b>		
	FUGAS EN TUBERÍAS <b>No reportado</b>		
	FUGAS EN TOMAS <b>No reportado</b>		
	FUGAS EN VÁLVULAS Y MEDIDORES <b>No reportado</b>		
<b>PERDIDAS REMANENTES</b>  <b>611,270</b> 51.18%	INCLUYE: PÉRDIDAS FÍSICAS, CLANDESTINOS, DEFICIENCIAS EN LA MICROMEDICIÓN, USUARIOS IRREGULARES, ESTIMACIÓN DE CONSUMOS NO CONFIABLE, PERDIDAS POTENCIALES, DERRAMES EN TANQUES, Y PERDIDAS IRRECUPERABLES FÍSICAS.  <b>611,270</b>		



En lo que respecta al balance de agua según el **“Estudio del IMTA”** operativo y comercial, propuesto, arroja los siguientes resultados:

La **producción determinada con medición de equipos ultrasónicos, de cuatro días de aforo en fuentes de abastecimiento, el volumen promedio diario y extrapolado al año fue de 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/anuales**, se considera el mismo **volumen facturado para que al afectarlo por la nueva producción cambia el porcentaje de consumo autorizado, en este caso al 31.80%** y como volumen cobrado a tiempo el 30.17%. Que incluye usuarios de uso Doméstico, Comercial, Escolar, y Público.

En este caso, se realizó el análisis del consumo autorizado no facturado ni cobrado, **determinándose un volumen de 29,233 m<sup>3</sup>/año, que representa un 2%**, los volúmenes por tipo de usuario son los siguientes:

- Escolar: 9,869 m<sup>3</sup>/año
- Público: 19,364 m<sup>3</sup>/año

**Volumen total que se ha dejado de facturar: 29,233 m<sup>3</sup>/año**

En cuanto al **Agua no contabilizada, que considera las pérdidas físicas y comerciales resultaron del 68.20%**; distribuidas de la siguiente manera:

- ❖ En pérdidas aparentes: 33.40%
- ❖ En pérdidas identificadas y eliminadas: 0.65%
- ❖ En pérdidas potenciales: 29.97%
- ❖ En pérdidas remanentes: 4.18%

En la Tabla 42 se muestran los resultados del balance de agua según el “Estudio del IMTA” para la JRAS de Anáhuac, Chihuahua, considerando la producción calculada de 2019, la misma para 2018.

**Tabla 42 Balance de agua según el Estudio del IMTA para 2018**

<b>BALANCE DE AGUA SEGÚN EL ESTUDIO PARA JRAS DE ANAHUAC, CHIHUAHUA EN 2019</b>				
<b>1,790,969</b> <b>100%</b>	<b>CONSUMO AUTORIZADO</b>	<b>CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO (Cobrado)</b>	CONSUMO: MEDIDO, PROMEDIO; POR TIPO DE USUARIO: Doméstico, Comercial y Público <b>540,373</b> <b>30.17%</b> <b>Nota: Vol. Cobrado público: 7,040 m3/año</b>	
		<b>CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO (No cobrado)</b>	DOMÉSTICO <b>0</b> COMERCIAL <b>0</b> ESCOLAR <b>9,869</b> PÚBLICO <b>19,364</b>	
	<b>569,606</b> <b>31.80%</b>	<b>29,233</b> <b>1.63%</b>		
	<b>AGUA NO CONTABILIZADA</b>	<b>1,221,363</b> <b>68.20%</b>	<b>PERDIDAS APARENTES</b>	POR ERROR EN LA MEDICIÓN EN POZOS; VOLUMEN QUE SE DEJA DE MEDIR POR SUBMEDICIÓN <b>596,581.8</b>
				CONSUMO DE USUARIOS QUE SOLICITARON SERVICIO DE PIPA <b>928.6</b>
				VOLÚMENES EN MANTENIMIENTO CON VACTOR <b>584.1</b>
				VOLÚMENES REGISTRADOS A PRESIDENCIA (SERV. PÚBLICO) CON PIPAS <b>365.9</b>
		<b>PERDIDAS IDENTIFICADAS Y ELIMINADAS</b>	FUGAS EN MEDIDORES <b>1,215</b>	
			FUGAS EN TUBERÍAS (red) <b>66</b>	
			FUGAS EN TOMAS <b>9,580</b>	
		<b>PERDIDAS POTENCIALES</b>	FUGAS EN VÁLVULAS <b>771</b>	
			FUGAS EN MEDIDORES <b>87,796</b>	
			FUGAS EN TUBERÍAS <b>95,806</b>	
	FUGAS EN TOMAS <b>296,691</b>			
<b>PERDIDAS REMANENTES</b>	FUGAS EN VÁLVULAS <b>56,399</b>			
	INCLUYE: PÉRDIDAS FÍSICAS, CLASNDSTINOS, DEFICIENCIAS EN LA MICROMEDICIÓN, USUARIOS IRREGULARES, ESTIMACIÓN DE CONSUMOS NO CONFIABLE, PERDIDAS POTENCIALES, DERRAMES EN TANQUES, Y PERDIDAS IRRECUPERABLES FÍSICAS. <b>74,945</b> <b>4.18%</b>			



### 3.2.16 Determinación de la Eficiencia Física

#### a) Con datos del Área Comercial de 2016, 2017 y 2018

En la Tabla 27, se indican las estadísticas de producción de los años 2016, 2017, y 2018. Así mismo en la Ilustración 73, se muestra una gráfica comparativa de las producciones registradas anivel anual.

- **Según datos estadísticos de 2018”**

**Eficiencia Física** = Volumen consumido / Volumen producido x 100

**Eficiencia Física** = 569,606 m<sup>3</sup>/año / 1'230,067 m<sup>3</sup>/año = **46%**

**Agua no contabilizada (pérdidas físicas y comerciales)** = 660,461 m<sup>3</sup>/año / 1'230,067 m<sup>3</sup>/año = **54%**

- **Considerando el valor promedio: 1'233,256 m<sup>3</sup>/año**

**Eficiencia Física** = 569,606 m<sup>3</sup>/año / 1'233,256 m<sup>3</sup>/año = **46%**

**Agua no contabilizada (pérdidas físicas y comerciales)** = 663,650 m<sup>3</sup>/año / 1'233,256 m<sup>3</sup>/año = **54%**

- **Considerando los registros del sistema de telemetría: 1'194,387.40 m<sup>3</sup>/año**

**Eficiencia Física** = 569,606 m<sup>3</sup>/año / 1'194,387.40 m<sup>3</sup>/año = **48%**

**Agua no contabilizada (pérdidas físicas y comerciales)** = 624,781.4 m<sup>3</sup>/año / 1'194,387.40 m<sup>3</sup>/año = **52%**

#### b) Con los aforos con equipo ultrasónico del IMTA en 2019

En la Tabla 34 se indican los resultados de las mediciones con equipo ultrasónico de gasto, se instalaron en el pozo #1 y en la Tabla 40 se presentan los resultados del pozo #2, en ambas mediciones con sus respectivas curvas comparativas “Medidor ultrasónico de IMTA y datos registrados con el sistema de Telemetría en los mismos pozos y tanques de la JRAS de Anáhuac.

**La sumatoria del gasto registrados en pozo #1 + los volúmenes registrados en pozo #2, se determinó una producción total anual de 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año**

**Eficiencia Física** = Volumen consumido / Volumen producido x 100

**Eficiencia Física** = 569,606 m<sup>3</sup>/año / 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año = **32%**

**Agua no contabilizada (pérdidas físicas y comerciales)** = 1'221,363.24 m<sup>3</sup>/año / 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año = **68%**



### 3.2.17 Determinación de la Eficiencia Comercial

En la Ilustración 78 se muestran datos de los importes facturados y recaudados; los montos consideran: el 99% por agua + (Alcantarillado + Saneamiento) el 1%, de los años 2017 y 2018, reportados del Área comercial de JRAS de Anáhuac.

#### a) Con datos del Área Comercial de 2017 y 2018

**Eficiencia** comercial = Ingreso por venta de agua (\$/año) / Dinero facturados por venta de agua (\$/año)

**Para 2017: Eficiencia** comercial = 5'825,982 \$/año/6'639,931 \$/año = **88%**

**Para 2018: Eficiencia** comercial = 6'667,268 \$/año/7'796,514 \$/año = **86%**

### 3.2.18 Determinación de la Eficiencia Global

**Eficiencia** global = **Eficiencia** Física x **Eficiencia** Comercial x 100

#### a) Con datos del Área Comercial de JRAS de 2018

- ✓ **Considerando los registros del sistema de telemetría: Eficiencia** Física = **48%**
- ✓ **Considerando la Eficiencia** Comercial = **86%**

**Eficiencia** global = **0.48 x 0.86 x 100 = 41%**

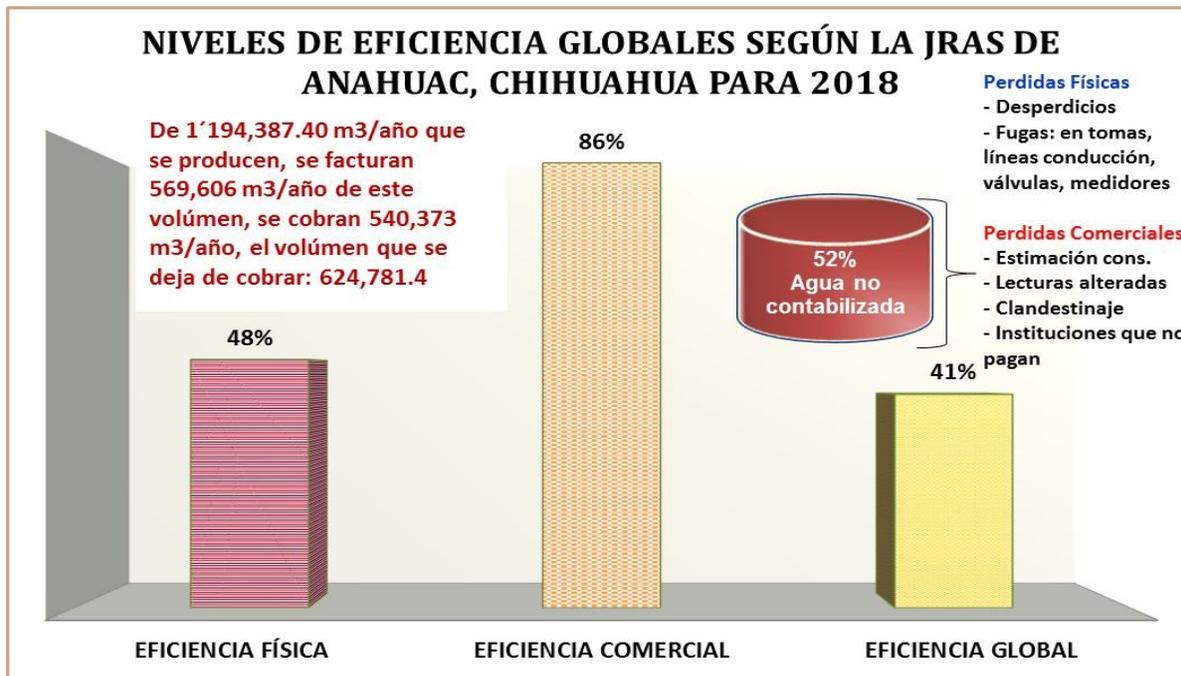
#### b) Con los aforos con equipo ultrasónico del IMTA en 2019

- ❖ **Considerando la Eficiencia** Física = **32%**
- ❖ **Considerando la Eficiencia** Comercial = **86%**

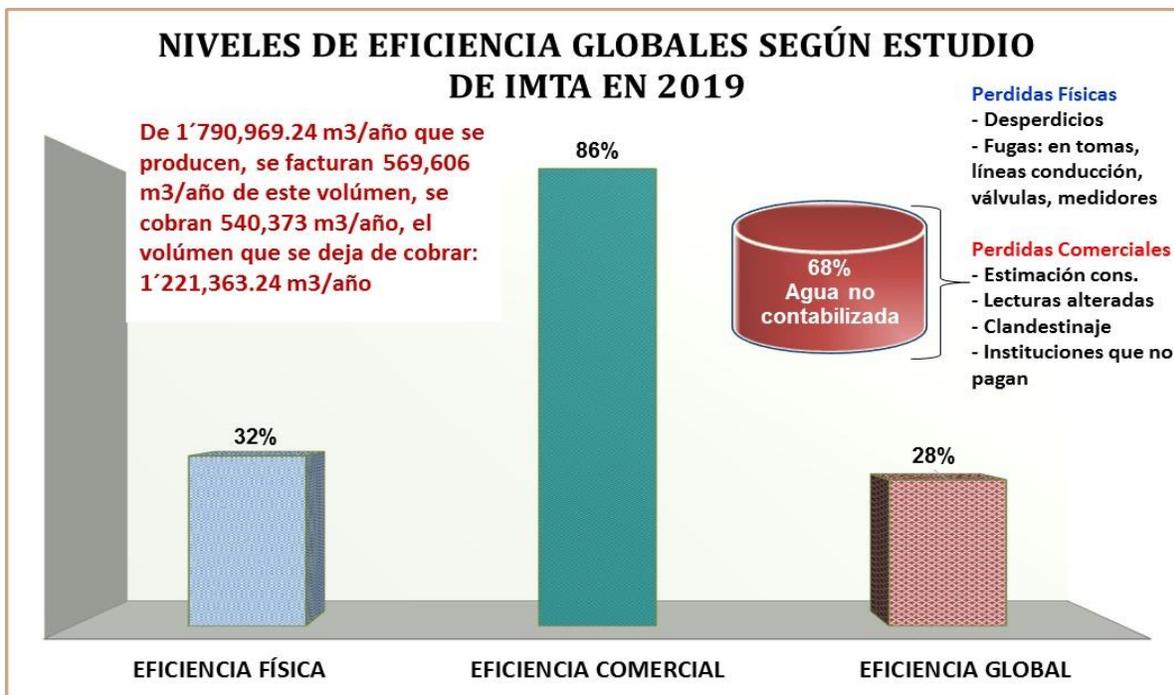
**Eficiencia** Global = **0.32 x 0.86 x 100 = 28%**

### 3.2.19 Comparativa de niveles de eficiencia - JRAS de Anáhuac VS IMTA

A continuación se ilustra una comparativa de las eficiencias: Física, Comercial y Global, según los datos del Organismo Operador (JRAS de Anáhuac) (Ilustración 2.3.4) y con aforos realizados en fuentes de abastecimiento según el estudio del IMTA (Ilustración 2.3.5). Solamente se modifica el dato de producción, los resultados no se observan tan disparados.



**Ilustración 79 Niveles de eficiencias con datos del organismo operador JRAS.**



**Ilustración 80 Niveles de eficiencias con aforos realizados en pozos según Estudio IMTA**



### 3.2.20 Análisis de las pérdidas según los resultados de IMTA

Analizando la información de la JRAS, la **Eficiencia Comercial se ubica en un 86%**; es un porcentaje que en términos generales se considera bien. Lo mejor es que, todo el volumen facturado que se reporta según el padrón de usuarios, sea lo que se recaude, es decir el 100%, imposible; porque existen usuarios clandestinos, irregulares, medidores que ya cumplieron su vida útil, estimación de consumos bajos, entre otros factores.

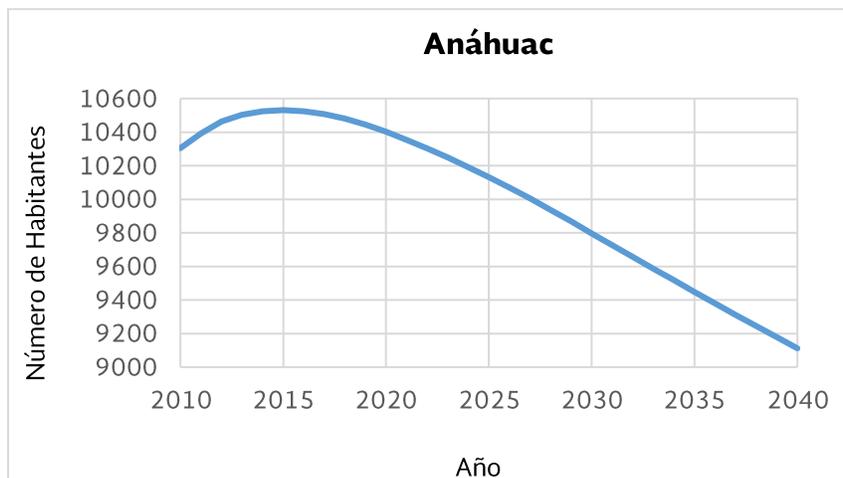
**La Eficiencia Física es del 32%**, es baja; esto quiere decir que existe una alta incidencia de pérdidas físicas y comerciales; el Volumen de Agua No Contabilizada es de 1'221,363.24 m<sup>3</sup>/año. Asimismo, cabe indicar que el consumo de energía eléctrica y pago ha de ser alto para disponer de una producción anual de 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año.

**La Eficiencia Global resulta de un 28%**, el resultado, no es congruente, porque se está extrayendo más agua que la requerida para abastecer a la población de Anáhuac, Chihuahua. **El volumen total extraído 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año**, se requiere para mantener la red presurizada con todas las fugas que existan e irregularidades de algunos usuarios. Cabe indicar que según se incrementan las fugas hay que aumentar el volumen de producción, es la forma de mantener la operación de la red en condiciones favorables para abastecer a la localidad con las deficiencias existentes.

### 3.2.21 Estimación de la demanda de agua para la población de Anáhuac

Partiendo de que la medición en fuentes de captación, líneas de conducción y red de distribución, estuvieran en buenas condiciones, **se requiere solamente una producción promedio según las estadísticas de 604,879 m<sup>3</sup>/año**, para una **población estimada según JRAS de 9,952 habitantes**, con un **consumo medio de 166 l/hab./día**.

Analizando la información obtenida de los estudios del “Plan Estatal Hídrico 2040 de Chihuahua” en 2017, relacionados al “**Diagnóstico de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Anáhuac, Chihuahua**”, según los datos oficiales de las proyecciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO); como única dependencia facultada para hacer las proyecciones de la población en México. En la Ilustración 81, se muestra la curva de proyección de población de la Localidad de Anáhuac. La curva no presenta decremento, según la población conforme avanzan los años disminuye. **Para fines del estudio se considera la población para el año 2020 de 10,400 habitantes**.



**Ilustración 81 Proyección de población de la Localidad de Anáhuac, Chihuahua.**

Así mismo, el consumo se estimó con base en el nivel socioeconómico y el clima. En la Tabla 43, se presentan los valores recomendados en el MAPAS 2007, y en la Tabla 44 se definen los climas de acuerdo con la temperatura media anual. Para los casos de climas semifrío se consideran los mismos valores que para el clima templado.

**Tabla 43 Consumos por nivel socioeconómico y clima.**

Clima	Consumo por nivel socioeconómico (l/hab./día)		
	Residencial	Media	Popular
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado	250	195	100

**Tabla 44 Climas de acuerdo con la temperatura.**

Temperatura media anual: (°C) tipo de clima	Clima
Mayor que 22 CALIDO	Cálido
De 18 a 22 SEMICÁLIDO	Semicálido
De 12 a 17.9 TEMPLADO	Templado
De 5 a 11.9 SEMIFRÍO	Semifrío
Menor que 5 FRÍO	Frío

La temperatura de la zona se obtuvo de los datos de la red de estaciones climatológicas de la CONAGUA, ver Tabla 45.

**Tabla 45 Determinación de la temperatura.**

Estación climatológica	Temperatura media normal anual °C	Clima
8032 COLONIA ANAHUAC	13.2	Templado

Por lo tanto, el consumo propuesto para la Localidad de Anáhuac, según los factores de clima que estable la CONAGUA es de 195 l/hab/día, ver Tabla 46.

**Tabla 46 Determinación del consumo para la Localidad de Anáhuac.**

Localidad	Clima	Rural o Urbano	Residencial	Media	Popular	Consumo l/hab./día
8032 COLONIA ANAHUAC	Templado	Rural	0.00%	97.49%	2.51%	<b>195</b>

Realizando operaciones,

- **Población proyectada al año 2020: 10,400 habitantes**
- **Consumo por habitante día: 195 l/hab./día**
- En 2010 el promedio de ocupantes por vivienda ascendió a nivel municipal a 3.5 personas. En las ZAP urbanas el mismo indicador era igual a 3.8 y en las **localidades con los dos mayores grados de rezago social del municipio a 2.9**. Según "Plan Estatal Municipal de Cuauhtémoc, Chihuahua. **Para fines del análisis 2.9 por vivienda** [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/33554/Chihuahua\\_017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/33554/Chihuahua_017.pdf)
- Se determinó el 68% de agua no contabilizada, que incluye pérdidas físicas y comerciales, con un programa de control de perdidas disminuirlas a corto plazo al 30% y continuar a mediano plazo hasta un 20%de pérdidas.

**Demanda requerida** con todo y el porcentaje de perdidas analizado:  $195 \times 68\% = 328$  l/hab/día  
x 10,400 hab. x 365 días = **1'243,569.60 m<sup>3</sup>/año**

**Producción extraída de fuentes de abastecimiento subterráneas: 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año, según los aforos del IMTA.**

**Diferencia de volúmenes: 547,399.64 m<sup>3</sup>/año, considerado como agua no contabilizada un 30.56%.**

**Continuar con el programa de control de pérdidas hasta llegar al 20% como pérdidas irre recuperables: 298,494.87 m<sup>3</sup>/año, con respecto a la producción total. Por lo tanto, el consumo por persona puede incrementarse hasta más de 270 l/hab/día.**

Se recomienda trabajar en programas de recuperación de pérdidas a corto y mediano plazo, no más de 4 a 6 años. **Por el momento se factura un volumen de 569,606 m<sup>3</sup>/año, volumen por recuperar: 922,868.36 m<sup>3</sup>/año, en total sumaría una producción de 1'492,474.36 m<sup>3</sup>/año, el 20% de pérdidas irre recuperables = 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año.**



Con el programa de control de pérdidas **se mejora el consumo a los usuarios de 195 l/hab./día a más de 270 l/hab./día; instalar válvulas reductoras de presión de 3 kg/cm<sup>2</sup> bajarlas a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>**, es la recomendable. Así mismo, actualizar las tarifas para incrementar la recaudación y disponer del recurso financiero necesario para mantener el sistema en buenas condiciones operativas y conservar las eficiencias con acciones sistematizadas con su respectivo presupuesto y se cumplan.

Otros beneficios: Disminución del consumo de energía eléctrica y por ende su importe; los gastos de mantenimiento a infraestructura hidráulica y electromecánica, recuperación del volumen de agua no contabilizada. Para un mejor control de las pérdidas y operación del servicio implementar la sectorización de la red para una mejor distribución del agua.

Con las dos fuentes de abastecimiento existentes y un tercer pozo que falta equiparlo e instrumentarlo, la producción es suficiente. En cuanto entre en operación el tercer pozo, el pozo #1, dejara de operar, únicamente entrara en operación cuando alguno de los equipos de bombeo ya sea del pozo #2 o pozo #3, requieran mantenimiento.

### 3.2.22 Observaciones y recomendaciones

- ✓ Se recomienda trabajar en programas de recuperación de pérdidas a corto y mediano plazo, no más de 4 a 6 años. Del 68% disminuirlas al 20%, como pérdidas irre recuperables: 298,494.87 m<sup>3</sup>/año.
- ✓ Por el momento se factura un volumen de 569,606 m<sup>3</sup>/año, volumen por recuperar: 922,868.36 m<sup>3</sup>/año, con el incremento de la eficiencia física el consumo puede llegar de 137 l/día/hab. a 270 l/hab/día.
- ✓ Con una producción de 1'492,474.36 m<sup>3</sup>/año, se pueden abastecer 10,400 habitantes, con un 20% de pérdidas irre recuperables = 1'790,969.24 m<sup>3</sup>/año.
- ✓ Continuar con programas de sustitución de medidores domiciliarios; por sustituir 2829 aparatos que ya cumplieron su vida útil.
- ✓ Continuar con programas de sustitución de tomas domiciliarias; por sustituir 822 tomas (tubería galvanizada y poliducto).
- ✓ Revisar la operación y el sistema de telemetría para disminuir el porcentaje de submedición.
- ✓ Mejorar la estructura del padrón de usuarios; regularizar los usuarios morosos; Actualizar información.



#### 4. ACTUALIZACIÓN DEL PADRÓN DE USUARIOS

El Padrón de Usuarios es un conjunto de datos estructurados que integran la información particular de cada uno de los usuarios reales y factibles. La administración del Padrón de Usuarios es llevada a cabo por el Departamento del Área Comercial.

##### 4.1 Descripción del padrón de usuarios

Cada usuario es dado de alta en el padrón al iniciar el trámite de contratación; es confirmado al concluir el pago de contratación y la instalación de los nuevos servicios. El padrón de usuarios contiene la siguiente información:

- ✓ En expediente:
  - Copia del contrato
  - Copia del contrato que acredita la propiedad del predio
  - Copia del cambio de propietario (si se ha realizado)
  - Entre otros
- ✓ En sistema Informático:
  - Información del usuario:
    - ✓ No. de Cuenta
    - ✓ Nombre
    - ✓ Dirección (calle, número exterior, número interior)
    - ✓ Tipo de usuario
    - ✓ Número del medidor
    - ✓ Sector
    - ✓ Número secuencial (ruta)
  - Datos de facturación:
    - ✓ Datos del usuario
    - ✓ Historial de consumo
    - ✓ Conceptos de cobro
    - ✓ Entre otros

##### Metodología de la JRAS para la actualización constante del Padrón de Usuarios

La actualización del padrón de usuarios se realiza solamente por solicitud de los usuarios, para cambio de nombres u otros datos de identificación del contrato (dirección, nuevo propietario, etc.). No hay un procedimiento formal que lleven a cabo actividades específicas para evaluar o auditar la confiabilidad del padrón de usuarios periódicamente. No se tienen acciones sistematizadas anualmente para la actualización del Padrón, por lo mismo que es una localidad pequeña. Las mejoras se realizan conforme la identificación de la problemática de los servicios, antigüedad de las colonias y zonas de crecimiento.

Otras dos formas de actualizar el Padrón de Usuarios, emplean procedimientos que manejan en el Área Comercial: Altas al Padrón, Baja y suspensión temporal, y correcciones al Padrón,



con el personal de lecturistas, los que reparten las boletas, y los mismos usuarios que ya se conocen entre sí, así como los que reparan las fugas, y el Jefe técnico de operación de la red de distribución.

#### **4.2 Status de la base de datos del Padrón de Usuarios**

Según el “Plan estatal hídrico 2040 de Chihuahua.- Diagnóstico de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Anáhuac, Chihuahua, reporta los siguientes resultados:

Se reportan 4,096 tomas, de las cuales 268 están dadas de baja. Las cuales se clasifican de la siguiente manera: 3,936 domésticas, 102 comerciales, 18 escolares y 37 de uso público. Personal de la JRAS comenta que todas las tomas cuentan con medidor instalado, pero que no tienen un control de cuantos medidores funcionan correctamente, o en qué año fueron instalados. Se desconoce si estos medidores se instalaron de acuerdo a la normatividad.

De acuerdo al Análisis de la base de datos del Padrón de usuarios del JRAS, se muestran a continuación los resultados del año 2018. Con respecto a los resultados de 2017, se observan algunas variaciones, la información no es congruente.

En el caso del padrón de 2018, se cuenta con 4,138 predios, de los cuales 4108 están registrados con su respectiva toma domiciliaria y en 30 predios posiblemente se dejó preparación de toma domiciliaria, este dato lo sabe la presidencia municipal, ya que son los que ejecutan los proyectos de obras públicas y saben dónde se dejó la preparación.

Por lo tanto, de los 4,108 tomas contratadas, todas tienen medición domiciliaria, se desconoce en qué estado están operando los micromedidores. Como servicio medido se tienen registradas 3,756 tomas como activas, con el 90.8%; de baja 283 tomas, las cuales presentan problemas de adeudos, bajas temporales, siendo un 6.8%; finalmente 69 tomas, como inactivas, no tienen ningún servicio de los que presta el organismo operador, son domicilios de caso especial.

Se analizó que el 99.3% de las tomas tienen micromedidor instalado, el 22% están funcionando con una instalación de más de 10 años, un 47% funcionando entre 6 a 10 años, y un 31% entre 5 y a la fecha. Esta información es proporcionada de manera estima por personal del Área Comercial.

Los resultados se muestran en la Tabla 47.

**Tabla 47 Se muestra la situación actual del padrón de usuarios de 2018 de JRAS.**

<b>STATUS DEL PADRÓN DE USUARIOS DE 2018 DE JRAS DE ANAHUAC, CHIHUAHUA</b>			
<b>CONCEPTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>EN (%)</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>PREDIOS CON No. DE CONTRATO</b>	<b>4,108</b>	<b>99%</b>	
<b>PREDIOS SIN CONTRATO</b>	<b>30</b>	<b>1%</b>	
<b>TOTAL DE PREDIOS</b>	<b>4,138</b>	<b>100%</b>	
<b>TOMAS DOMICILIARIAS ACTIVAS</b>			
SERVICIO MEDIDO (SM)	3,756	90.8%	Con servicio de 24 horas continuo
BAJA (adeudos-suspensión del servicio)	283	6.8%	Vuelve a reactivar los servicios
<b>TOMAS DOMICILIARIAS INACTIVAS</b>	<b>69</b>	<b>1.7%</b>	
<b>No. TOTAL DE TOMAS</b>	<b>4,108</b>	<b>99%</b>	
<b>MICROMEDIDCIÓN</b>			
No. DE MICROMEDIDRES INSTALADOS	4,108	99.3%	
FUNCIONANDO MAS DE 10 AÑOS	903	22%	
FUNCIONANDO CON ENTRE 6 Y 10 AÑOS	1,926	47%	
FUNCIONANDO ENTRE 5 AÑOS A LA FECHA	1,279	31%	
<b>No. TOTAL DE TOMAS ACTIVAS</b>	<b>4,108</b>	<b>99%</b>	
<b>CLASIFICACIÓN DE TOMAS POR TIPO DE TARIFA</b>			
BAJA (B)	3	0.0725%	
COMERCIAL SERVICIO ACTIVO (CSA)	97	2.3441%	
COMERCIAL SERVICIO BAJA (CSB)	5	0.1208%	
COMERCIAL SERVICIO CONGELADA (CSC)	1	0.0242%	
DOMESTICO SERVICIO ACTIVO (DSA)	3,606	87.1435%	
DOMESTICO SERVICIO BAJA (DSB)	275	6.6457%	
DOMESTICO SERVICIO CONGELADA (DSC)	66	1.5950%	
ESCOLAR ACTIVO ESTATAL (EAE)	4	0.0967%	
ESCOLAR ACTIVO FEDERAL (EAF)	12	0.2900%	
ESCOLAR CONGELADO FEDERAL (ECF)	1	0.0242%	

<b>STATUS DEL PADRÓN DE USUARIOS DE 2018 DE JRAZ DE ANAHUAC, CHIHUAHUA</b>			
<b>CONCEPTOS</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>EN (%)</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
ESCOLAR SERVICIO POR DEFINIR (ESD)	1	0.0242%	
PÚBLICO ACTIVO FEDERAL (PAF)	2	0.0483%	
PÚBLICO ACTIVO MUNICIPAL (PAM)	27	0.6525%	
PÚBLICO ACTIVO OTROS (PAO)	8	0.1933%	
<b>No. TOTAL DE TOMAS</b>	<b>4,108</b>	<b>99%</b>	
BAJA	283	6.8391%	Bajas provisionales o temporales
TOMAS ACTIVAS	3,756	90.7685%	
CONGELADAS	68	1.6433%	Definitivamente no tienen los servicios, casos especiales
POR DEFINIR	1	0.0242%	
<b>No. TOTAL DE TOMAS</b>	<b>4,108</b>	<b>99%</b>	
<b>CLASIFICACIÓN DE TOMAS POR TIPO DE USUARIO</b>			
BAJA	3	0.0725%	Usuarios congelados
COMERCIAL	103	2.4891%	Taller mecánico, salón de fiestas, bodegas, panaderías, cocina económica, farmacia, abarrotes, Lavandería, abarrotes, restaurantes, purificadora, hotel, (activo y no activos)
DOMESTICO	3,947	95.3842%	Casas, casa y negocio, lotes, etc. (activos y no activos)
ESCOLAR	18	0.4350%	Escuelas
PÚBLICO	37	0.8942%	Iglesias, Panteón Mpal., jardines, entre otros, (activos y no activos).
<b>TOTAL DE PREDIOS CON CONTRATO</b>	<b>4,108</b>	<b>99%</b>	Medición al 100%

Las tomas congeladas son aquellas que el organismo operador decide ponerlas en esta clasificación porque no presentan consumo de agua por diferentes razones, especialmente porque la casa está deshabitada. De esta manera en estas cuentas no se sigue incrementando el adeudo.

Los usuarios que tiene un solo apellido, es porque tienen un solo apellido. Las cuentas que tienen como usuario dos nombres, es porque así se realizó el contrato. Las cuentas que en sus

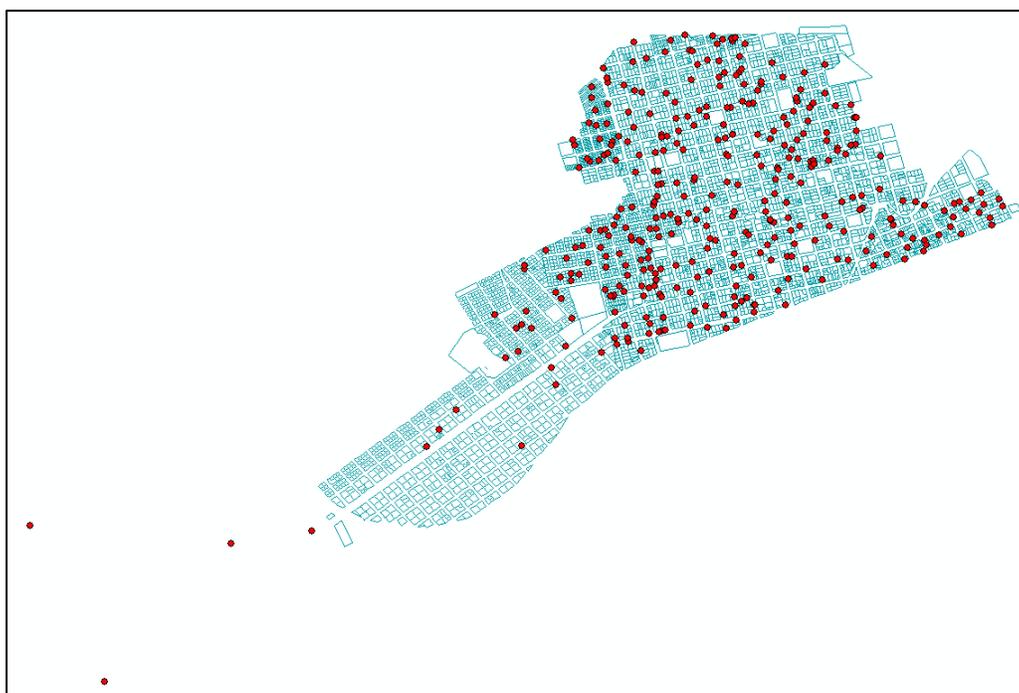
domicilios tienen dos calles, es porque se encuentran en esquinas. Las cuentas que en sus domicilios tienen tres calles, las dos últimas indican entre que calle y calle se encuentra.

#### 4.3 Metodología para la actualización del padrón de usuarios

Se seleccionó una muestra de tomas domiciliarias de tal manera que garantice el 95% de confiabilidad y un error máximo del 5% sobre el total de conexiones reportadas por el organismo operador. Con un total de 4109 conexiones, resultó una muestra de 350 tomas.

Sobre la muestra se realizaron recorridos de levantamiento de información propia de los contratos de servicios. La verificación fue de forma ciega, es decir, sin conocimiento de la base de datos del padrón de usuarios, ni del estado de las conexiones instaladas.

La selección de los elementos en la muestra se realizó sobre el plano catastral que proporcionó la Seccional Municipal de Anáhuac, y de manera completamente aleatoria, es decir, los predios visitados se definieron al azar. En la Ilustración 82 se muestra el plano catastral y la localización de los predios seleccionados para la verificación del padrón de usuarios. La selección se realizó en la zona que es operada por la JRAS. Los polígonos de los predios que se observan son los que actualmente administra la Seccional Municipal en su catastro. Cabe señalar que en la parte suroeste de la localidad se observan una menor densidad de puntos debido a que es una zona en crecimiento con pocas construcciones. El geoprocesamiento para la selección de la muestra se realizó en ArcGis.



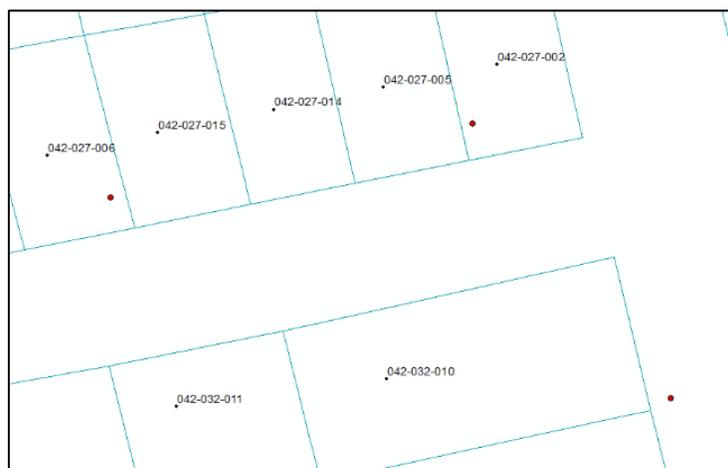
**Ilustración 82 Muestra de predios para la actualización del padrón de usuarios.**

El personal que realizó los recorridos de campo tenía como información solamente la localización del predio por visitar. Se definió la información por recabar con base en la información que contiene el padrón de usuarios y que corresponda con información propia de la conexión, así como información adicional que fuera útil para realizar un diagnóstico de las tomas domiciliarias. La información consistió en datos de localización, datos del medidor y la conexión (características y estado físico), y el uso de la toma. En la siguiente imagen se muestra la ficha que se utilizó en campo.

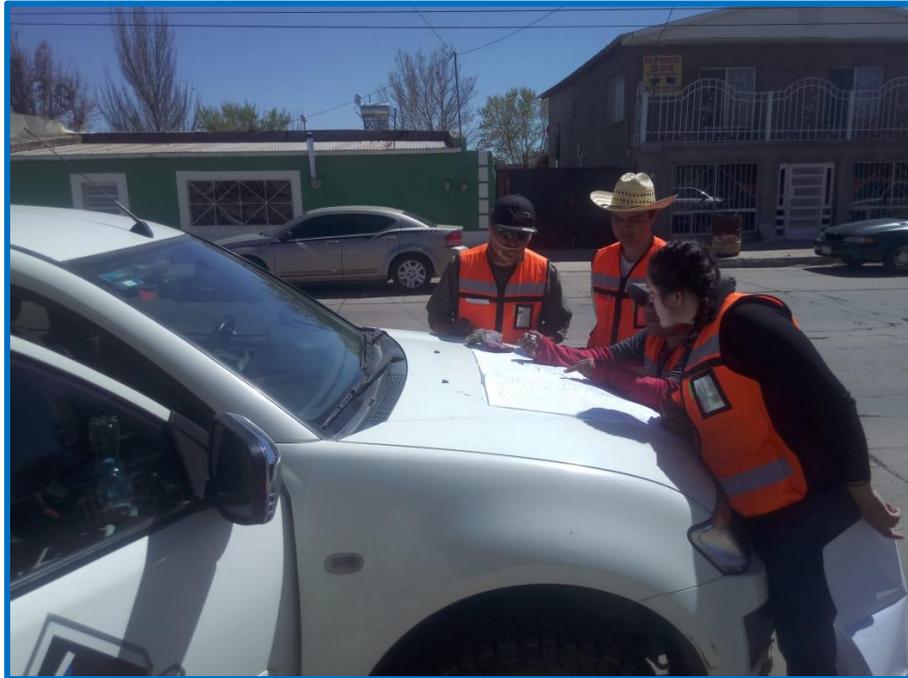
ACTUALIZACIÓN DEL PADRÓN DE USUARIOS, ANAHUAC, CHIH.											
DATOS PARA LA VERIFICACIÓN											
Clave:						Fecha:					
<b>Ubicación</b>											
Calle y número											
Entre calle:						Y calle:					
Colonia:						Ciudad:					
Coordenadas:			Latitud:			Longitud:			Altitud:		
<b>Datos de la toma</b>											
Toma visible:			<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No			Posición de instalación:					
Giro o Uso:						Antigüedad del medidor: _____ años					
Número de medidor:						Condiciones actuales de la toma:					
Marca:											
Diámetro de la conexión:						Fugas:					
Observaciones:											

**Ilustración 83** Ficha utilizada en campo para la actualización del padrón de usuarios.

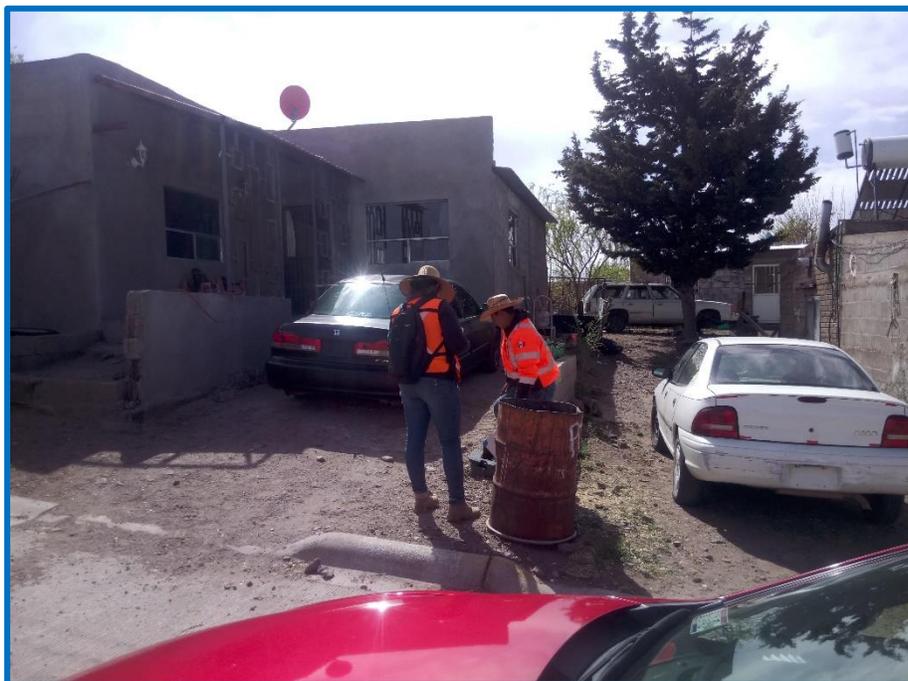
Como clave para identificar cada predio se utilizó al número catastral del predio, proporcionados por la Seccional Municipal de Anáhuac.



**Ilustración 84** Clave catastral.



**Figura 1 Planeación de rutas por brigada para las visitas de tomas domiciliarias.**



**Figura 2 Visita de toma domiciliaria.**



**Figura 3 Croquis de localización de registro visitado.**



**Figura 4 Fotografía por cada toma domiciliar visitada.**

Con la información recabada en campo se realizaron fichas para cada toma levantada, en las que adicionalmente se incluyó un plano georreferenciado con imagen satelital de fondo y fotografías de la toma y el medidor (ver Ilustración 85).

ACTUALIZACIÓN DEL PADRÓN DE USUARIOS, ANÁHUAC, CHIH.			
DATOS PARA LA VERIFICACIÓN			
Clave: 041-061-001	No. Consecutivo: 1	Fecha: 3/20/2019	
Nombre del verificador: Bryan Corte Lazcano			
<b>Ubicación</b>			
Calle y número: Del Ejido 2802			
Entre calle: 26a	Y calle: 24a		
Colonia: Zona Centro	Ciudad: Anahuac		
<b>Croquis de localización</b>		<b>Georreferenciación Coordenadas</b>	
		Rectangulares UTM WGS84 ZONA 13 N  X: 330367.19898920902 m Y: 3151958.7339832 m  Geográficas Latitud: 28° 28' 59.65999999999997" N Longitud: 106° 43' 58.5" W Altitud: 1978.8351079900001 msnm	
<b>Datos de la toma</b>		<b>Fotografías de la toma y medidor:</b>	
Toma visible: Si Giro o uso: a) Doméstico Número de medidor: 17037734 Marca: Azteca Diámetro de la conexión: 1/2" Posición de la instalación: Horizontal Antigüedad del medidor: 2 años aprox. Condiciones actuales de la toma: d) Tapa metálica en buen estado Fugas: No Observaciones:			
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>Giro o uso:</b>            a) Doméstico            b) Comercial            c) Industrial            d) Escolar            e) Público            f) Baldío            g) Otro (especificar)         </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <b>Ej. De las condiciones de la toma</b>            a) Medidor en sentido opuesto            b) Medidor roto o no funciona            c) Caja rota            d) Tapa metálica en buen estado            e) Tapa metálica en mal estado            f) Tapa de plástico en buen estado            g) Tapa de plástico en mal estado            h) Sin tapa            i) Sin medidor            j) Sin caja            k) Fuga en toma            l) Otro (especificar)         </td> </tr> </table>			<b>Giro o uso:</b> a) Doméstico b) Comercial c) Industrial d) Escolar e) Público f) Baldío g) Otro (especificar)
<b>Giro o uso:</b> a) Doméstico b) Comercial c) Industrial d) Escolar e) Público f) Baldío g) Otro (especificar)	<b>Ej. De las condiciones de la toma</b> a) Medidor en sentido opuesto b) Medidor roto o no funciona c) Caja rota d) Tapa metálica en buen estado e) Tapa metálica en mal estado f) Tapa de plástico en buen estado g) Tapa de plástico en mal estado h) Sin tapa i) Sin medidor j) Sin caja k) Fuga en toma l) Otro (especificar)		

**Ilustración 85 Ficha levantamiento de toma domiciliaria.**



Para cada dato arriba listado se creó una columna en la base de datos y se asignaron los indicadores que se indican a continuación:

**Tabla 48 Indicadores correspondencia entre padrón y levantamiento, por tipo de dato.**

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
<b>Calle</b>	
1	igual
2	diferente
<b>Número de casa</b>	
1	igual
2	diferente
3	sin número en padrón pero si en el levantamiento
4	sin número en levantamiento pero si en el padrón
5	sin número en ambos
<b>Numero de medidor</b>	
1	igual
2	diferente
3	sin número en padrón
4	sin número en levantamiento
5	sin número en ambos
<b>Uso</b>	
1	igual
2	diferente

Una vez asignados estos indicadores en su columna correspondiente, se asignó un otro indicador para definir qué grado de correspondencia tienen las cuentas de los usuarios con respecto a todos los datos comparables. En la siguiente tabla se describen los criterios.

Indicador de correspondencia	Descripción
0	Si tiene 1 en tres columnas y en número de medidor tiene 3, 4 o 5. O 1 en tres columnas y en número de casa 3 o 4.
1	Correspondencia al 100% (1 en todas las columnas).
2	Calle diferente (con mismo número medidor).
2	Número de casa diferente.
2	El uso es diferente.
3	Si el número del medidor es diferente.
4	Si ambos no tienen número de casa, pero coinciden los demás datos.

### Indicador de correspondencia 0

Resultaron 182 cuentas con este tipo de correspondencia, el cual se considera aceptable, y es posible complementar los datos ente el padrón y el levantamiento, por lo que en estas no es necesario realizar encuestas y/o verificación.

### Indicador de correspondencia 1

Resultaron 146 cuentas con una correspondencia al 100%, es decir que los datos comparados son iguales tanto en el padrón como en la base de datos del levantamiento.

### Indicador de correspondencia 2

Este indicador nos dice que existe una fuerte inconsistencia en los datos, por lo que requieren una verificación en campo por medio de una encuesta al usuario. En total resultaron 8 cuentas con este indicador, mismas que se visitaron, pero solamente en dos fue posible realizar la encuesta, debido a que por razones de inseguridad las personas no tienen la disposición de dar información. Sin embargo, en la visita fue posible verificar los datos inconsistentes. En la siguiente Tabla 49 se presenta el resumen de los datos verificados en las 8 cuentas. En la Ilustración 87 se muestra como ejemplo una ficha de una de las entrevistas, en anexo se proporcionan las fichas de las ocho encuestas o verificaciones en campo.

**Tabla 49 Resumen de las encuestas y verificación de inconsistencias.**

Clave catastral	No. de cuanta	Calle	No. casa	Uso
041-065-004-A	10430007			El uso es doméstico, ya no existe negocio. Es correcto el Padrón
042-061-009	20090001		El número visible en la casa es diferente	
049-033-002-C	21010046	Errónea la dirección en el padrón		
049-046-003	21040014		El número visible en la casa es diferente	
047-034-002	60230011		El número visible en la casa es diferente	
047-011-002	60400004	Erróneas las calles en el padrón		
044-030-005	50100006		El número visible en la casa es diferente	
046-042-007	30020007	Erróneas las calles en el padrón y en el expediente		

En la 10430007 se verificó el uso del usuario, comprobando que es de uso doméstico como se encuentra en el padrón de usuarios, con lo que solamente **7 cuentas tienen inconsistencias**, especialmente en el nombre de la calle y el número de la casa. Por lo que adicionalmente, se revisaron los expedientes de estas cuentas, para verificar la dirección en el documento que acredita la propiedad del inmueble.

**Tabla 50 Verificación de direcciones en expedientes.**

No. de cuanta	Inconsistencia	Padrón	Levantamiento	Datos en expediente
20090001	El número visible en la casa es diferente	E. ZAPATA Y C. 5A. 201	Emiliano Zapata # 310, 5a y 7a	Zapata y 5ta 201
21010046	Errónea la dirección en el padrón	MONTEBELLO 3105	Cuauhtemoc # 0, 31a y 33a	
21040014	El número visible en la casa es diferente	CALLE 39A. Y . MONTECRISTO NUM. 3904	39a # 3902, Monte Alban y Monte Cristo	Lote 3 manzana 46 zona 2
60230011	El número visible en la casa es diferente	PVDA L. CARDENAS Y 31A. NUM.3102	Pvda. Lazaro Cardenas # 3502, 31a y 33a	Sin documento que acredite la propiedad
60400004	Erróneas las calles en el padrón	AGRICULTURA Y C. 25A. NUM. 2502	29 # 2502, Emilio Carranza y Cedro	Sin documento que acredite la propiedad
50100006	El número visible en la casa es diferente	CALLE 17a. NUM 1412	17a # 1408, 5 de Febrero y Laguna	Sin documento que acredite la propiedad
30020007	Erróneas las calles en el padrón y en el expediente	HIDALGO Y C. 2a. NUM 906	Agustin Melgar # 0, Independencia y 2da	Hidalgo y 2da s/n

En las cuentas 20090001 y 30020007, las direcciones en el padrón corresponden con los datos del documento que acredita la propiedad, pero son erróneas. En estos casos la JRAS ha optado por dejar en el padrón la dirección del documento que acredita la propiedad, aunque ese sea incorrecto. Se recomienda que en el padrón se agregue una columna en la que se introduzca la dirección correcta, para no tener que intercambiarla por la dirección del documento de propiedad.

Los expedientes que no cuentan con documento que acredita la propiedad es debido que anteriormente el usuario presentaba el documento pero la JRAS no se quedaba con una copia. En la actualidad la JRAS solicita una copia de este documento como requisito para celebrar el contrato del servicio.

ACTUALIZACIÓN DEL PADRÓN DE USUARIOS DE AGUA POTABLE DE ANÁHUAC, CHIHUAHUA

Clave catastral: <u>041-065-004-A</u>	No. Entrevista: <b>1</b>	No. GPS:	RevCalle: 1 RevNo.: 4 RevUso: 2
Coordenadas: 28°28'-51.77"N, 106°44'13.92"W			
<b>PADRÓN</b>	<b>LEVANTAMIENTO</b>	<b>ENTREVISTA</b>	
Cuenta: 10430007	-		
Usuario: RAYMUNDO RIVERA M.	-	Falleció	
Dirección: CALLE CELULOSA NUM. 03	Dirección: Celulosa # 0, Del Ejido y Topolobampo	Dirección: Celulosa #3, Del ejido y Topolobampo	
No. Medidor: 9311411	No. Medidor: 9311411	No. Medidor: 9311411	
Uso: Doméstico	Uso: b) Comercial	Uso: b) Doméstico (ya no existe negocio)	

Nota: Información del fallecimiento de la persona por un vecino.



**Ilustración 87 Ficha de encuestas y verificación de inconsistencias.**

### Indicador de correspondencia 3

Solamente resultaron dos cuenta (20020002 y 0040340015) con número de medidor diferente, este se revisó nuevamente en campo y se corroboró que es incorrecto uno de los dígitos en el padrón de usuarios.

**Tabla 51 Cuentas con inconsistencias en el número de medidor.**

No. de cuenta	No. medidor en el Padrón	No. Medidor del levantamiento
20020002	10215432	10215932
0040340015	1037737	17037737

Los pocos errores que se presentan en el número del medidores en el padrón de usuarios, en la mayoría de los casos se debe a que, en algunas Marcas de medidores, algunos dígitos son confusos, por ejemplo, se confunde el 1 con el 7, el 4 con el 9, el 3 con el 8, el 5 con el 6 etc.

### Indicador de correspondencia 4

En los casos en que las cuentas en el padrón de usuarios no tienen número oficial y que en el levantamiento no se identificó el número de las casas, se recurrió a la Seccional Municipal para consultar el número oficial. En la siguiente tabla se presenta la lista de estos casos.

**Tabla 52 Cuentas sin número**

CLAVE_CATA	No. oficial
048-092-002	4702
043-042-005	s/n
043-050-012	s/n
043-020-011	803
044-039-001-B	s/n
042-049-010	s/n
041-066-004	1208
049-036-002-1	s/n
045-025-SN-02	s/n
N-106	
N-003	
N-013	

La falta de número en los predios es debido a que el usuario nunca lo han solicitado en las oficinas de Catastro de la Presidencia Municipal. Los últimos tres predios de la lista no tienen dato porque están fuera del área que administra Catastro del Municipio. De las 12 casas, cuatro sí tienen número oficial, lo que se desconoce es la fecha en que adquirieron el número oficial, por lo que es posible que cuando en el momento en que celebraron contrato con la JRAS aún no tramitaban el número oficial en Catastro Municipal.

#### 4.4 Confiabilidad del Padrón de Usuarios

Para determinar la confiabilidad del padrón de usuarios se tomaron en cuenta los indicadores de correspondencia 2 y 3, que son los que se consideran como inconsistentes. Si la muestra analizada es de 350 cuentas y resultaron un total de 9 cuentas con inconsistencias, **el grado de confiabilidad del Padrón de Usuarios de es del 97.43 %**, el cual es muy alto de confiabilidad, que refleja el buen manejo de la JRAS sobre el control del padrón de usuarios.

Para solventar el 2.57% de inconsistencias en el padrón se recomienda realizar lo siguiente.

- Una campaña de revisión de datos, poniendo un cartel en la oficina de la JRAS, visible para el usuario cuando vaya a pagar, así mismo, la persona que cobra le haga la invitación de revisar sus datos.
- Llevar un control sistemático de la reposición, sustitución y retiro y reconexión de micromedidores, para evitar los pocos errores que se generan por la confusión de dígitos de número del medidor. En este sistema deberían agregar una foto del medidor y del número de serie, fecha en que se retira o reinstala el medidor, entre otros datos que sean útiles en el futuro para programar de manera más eficiente estas actividades.

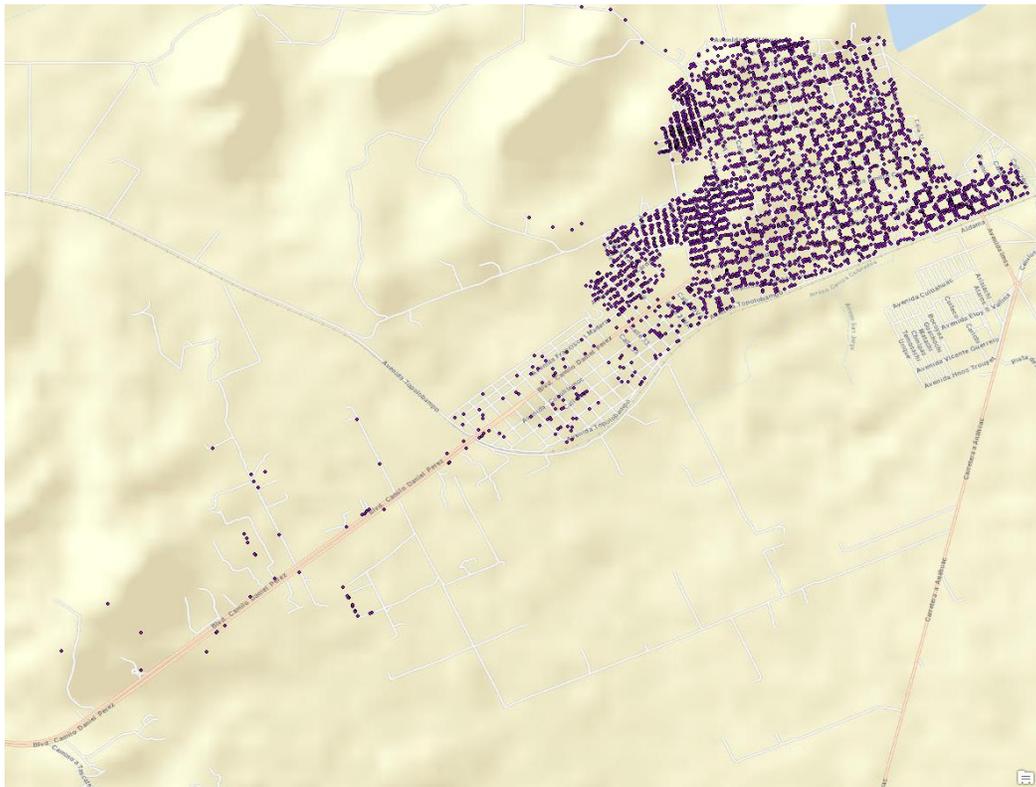
Cabe señalar que en la muestra analizada ninguna toma domiciliaria resultó ser clandestina. La JRAS expresó que el clandestinaje en Anáhuac se presenta en las tomas domiciliarias que son cortadas por falta de pagos, quienes una vez que se les desconecta y es retirado el medidor, se conectan por su cuenta indebidamente.

#### 4.5 Verificación de tomas domiciliarias

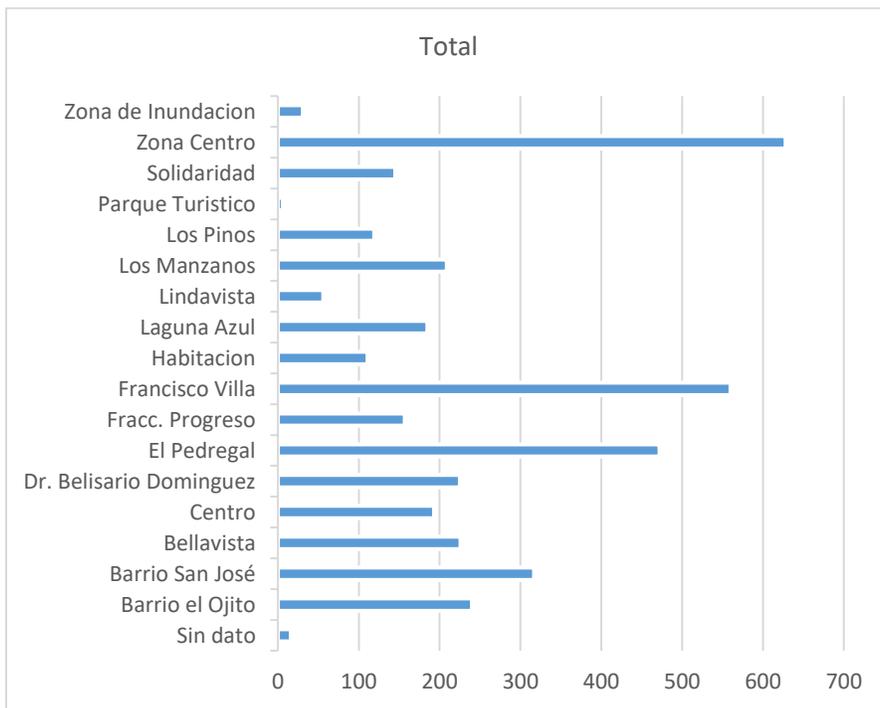
El padrón de usuarios resultó altamente confiable, por lo que en teoría no es necesario verificar la totalidad de las tomas para su actualización. Sin embargo, con el objetivo de contar con un diagnóstico del estado los medidores, así como contar con información para la determinación de los consumos en los nodos del modelo numérico que se describe en el capítulo correspondiente, se realizó el levantamiento de tomas domiciliarias (registros) en la totalidad del área que opera la JRAS.

En total se visitaron 3896 tomas domiciliarias (o registros), y por cada una se elaboró una ficha resumen con la información particular, croquis de localización y fotografías de la misma, como se describe en el subcapítulo 4.3. En la Ilustración 88 se muestra el mapa con las tomas domiciliarias levantadas, las cuales están georreferenciadas, los archivos de los shapefiles y \*.kmz se entregan en formato digital.

Referente a la estadística de los tomas domiciliarias, en la Ilustración 89 se presenta una gráfica con el número de registros visitados por colonia.

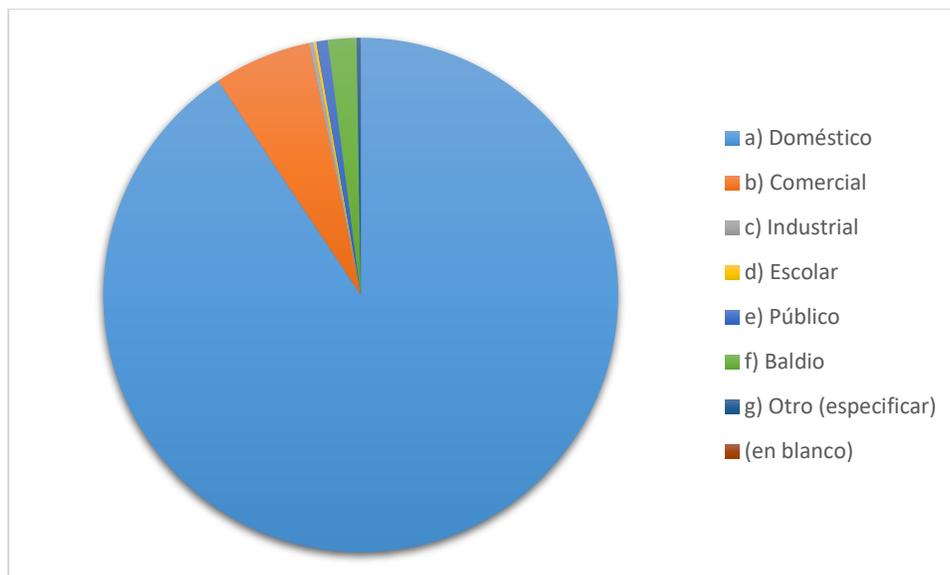


**Ilustración 88 Tomas domiciliarias levantadas.**



**Ilustración 89 Registros de visita por colonia.**

En cuanto al tipo de usuario detectado, el principal uso es el doméstico, seguido del comercial. La correspondencia completa se muestra a continuación.

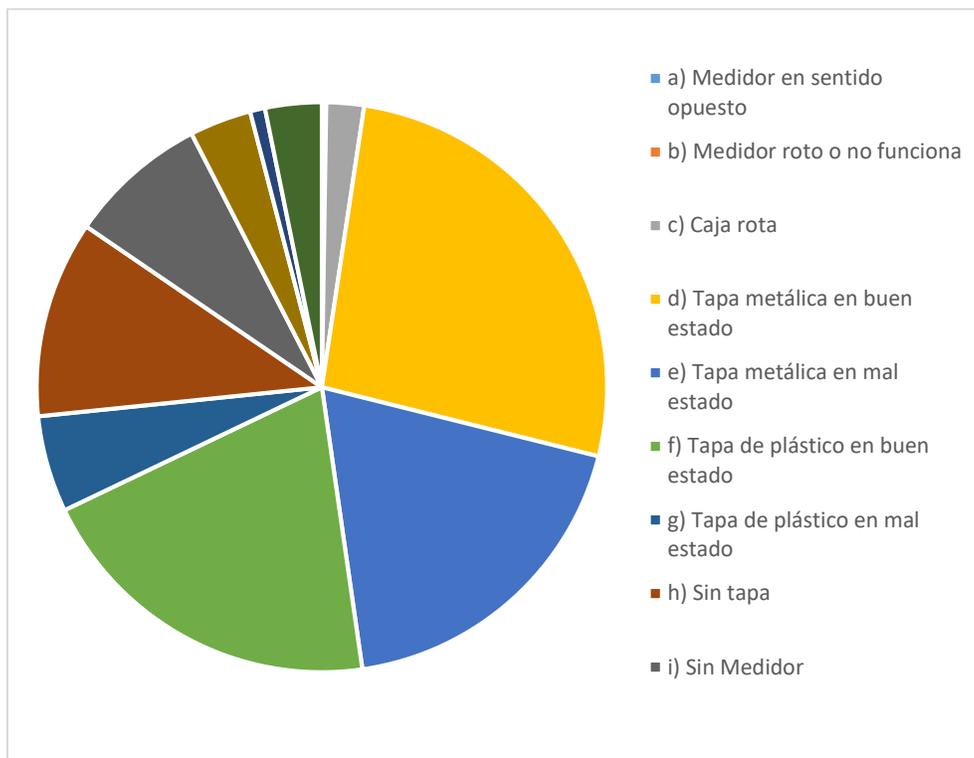


**Ilustración 90 Registros por tipo de giro o uso del agua.**

De las condiciones de instalación se puede decir que hay 1948 tomas en buenas condiciones (tanto con caja metálica como plástica), mientras que el resto presenta alguna observación, y sólo 3 tomas se encontraron instaladas en sentido contrario.

**Tabla 53 Condiciones de operación actual por registro.**

Comentario de instalación	Registros
a) Medidor en sentido opuesto	3
b) Medidor roto o no funciona	6
c) Caja rota	78
d) Tapa metálica en buen estado	1211
e) Tapa metálica en mal estado	688
f) Tapa de plástico en buen estado	737
g) Tapa de plástico en mal estado	200
h) Sin tapa	408
i) Sin Medidor	289
j) Sin caja	128
k) Fuga en toma	31
l) Otro (especificar)	117
<b>Total general</b>	<b>3896</b>



**Ilustración 91 Condiciones actuales de las tomas visitadas.**

En el caso de fugas en la caja del medidor, solo 129 tomas presentaron alguna fuga (desde goteo leve hasta un flujo continuo) lo que representa el 3.31% del total de tomas visitadas, de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla 54 Fuga en toma.**

Fugas	Registros
No	3767
Si	129
<b>Total general</b>	<b>3896</b>

## 5. TOPOLOGÍA Y CATASTRO DE REDES

Para la actualización del catastro de la red de agua potable se realizó el levantamiento topográfico, levantamiento físico de las cajas de válvulas y la elaboración del plano de la red con base en la información levantada en campo, planos existentes e información proporcionada por el personal de operación de la red.

### 5.1 Levantamiento topográfico

El objetivo del levantamiento topográfico es obtener las coordenadas geográficas y elevaciones de todos los cruceros de la localidad, incluyendo las cajas de válvulas, conducciones, pozos y tanques existentes, así como verificar la planimetría de la localidad (manzanas y calles).

Se definió el área de estudio con base en los planos existentes mostrados en el capítulo de Recopilación de Información, como planos de la red no recientes e incompletos, proporcionados por la JCAS y la JRAS, planimetría de la localidad y plano que delimita el área de desarrollo urbano, así como la información proporcionada por la JRAS respecto al alcance de la infraestructura que administran y operan.



**Ilustración 92 Área de estudio.**

El levantamiento topográfico se realizó con equipo GPS marca Topcon modelo R5 tipo RTK de doble banda con precisión subcentimétrica, ligado a la Red Geodésica Nacional Activa (RGNA) del INEGI, lo que asegura una alta calidad de la información recopilada. Para esto se

trabajó con un equipo fijo a modo de base estática y un equipo móvil (rover) en permanente comunicación.

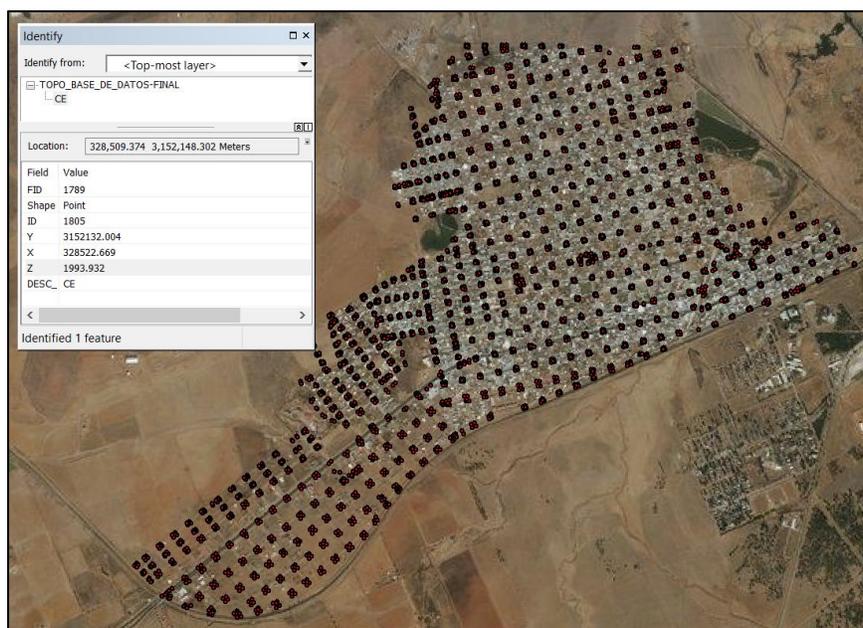
Se establecieron puntos de control de alta precisión establecidos por el método ESTATICO el cual consiste en ocupar el punto por establecer por un periodo de tiempo determinado y por medio de software ligarlo a la estación fija de INEGI el cual dará una precisión al punto de +/- .001 m y la posición geográfica del punto.

Se establecieron los puntos necesarios para controlar toda el área por trabajar. Partiendo de los puntos de control se establece una Base en ese punto con un instrumento llamado Base, y se liga con otro instrumento llamado Rover, el cual hará el recorrido por todos los puntos por ubicar en el levantamiento, estos puntos quedaran en posición geografía con una precisión de hasta +/- 0.005 m .

El levantamiento se basa en la solución de triángulos esféricos formados por los satélites, la Base y el Rover los cuales se forman con por lo menos con 6 satélites cada segundo y por software especializados los valores calculados son promediados hasta que alcancen la precisión buscada para el levantamiento.

Los sistemas GPS de hoy en día utilizan varias constelaciones de satélites como son la L1,L2,GLONAS, etc. Cada una de ellas formadas por gran cantidad de satélites.

Producto de lo anterior es una nube de 3413 puntos distribuidos de acuerdo a la Ilustración 93.



**Ilustración 93 Croquis del levantamiento topográfico realizado en Anáhuac, Chih.**

De lo anterior se contabilizaron aproximadamente 55 km lineales de levantamiento. Como resultado se generaron archivos en formato txt, cad y shape para su uso en diversas plataformas.

**Tabla 55 Coordenadas obtenidas del levantamiento topográfico (una parte).**

id	y	x	z	
1	3151775.69	328624.491	2019.47	ORIGE
2	3153026.34	328937.14	1997.089	E
3	3153037.47	328933.615	1996.691	E
4	3153040.25	328946.226	1997.593	E
5	3153034.41	328940.956	1997.197	D
6	3153025.47	328949.172	1997.928	E
7	3152843.19	328981.674	1992.184	CV
8	3152846.65	328976.388	1992.509	E
9	3152849.11	328987.721	1992.928	E
10	3152832.53	328991.414	1991.351	E
11	3152829.79	328980.229	1990.982	E
12	3152838.3	328983.868	1991.742	D
13	3152846.51	329045.92	1992.791	CV
14	3152849.32	329075.441	1991.828	E
...	...	...	...	...

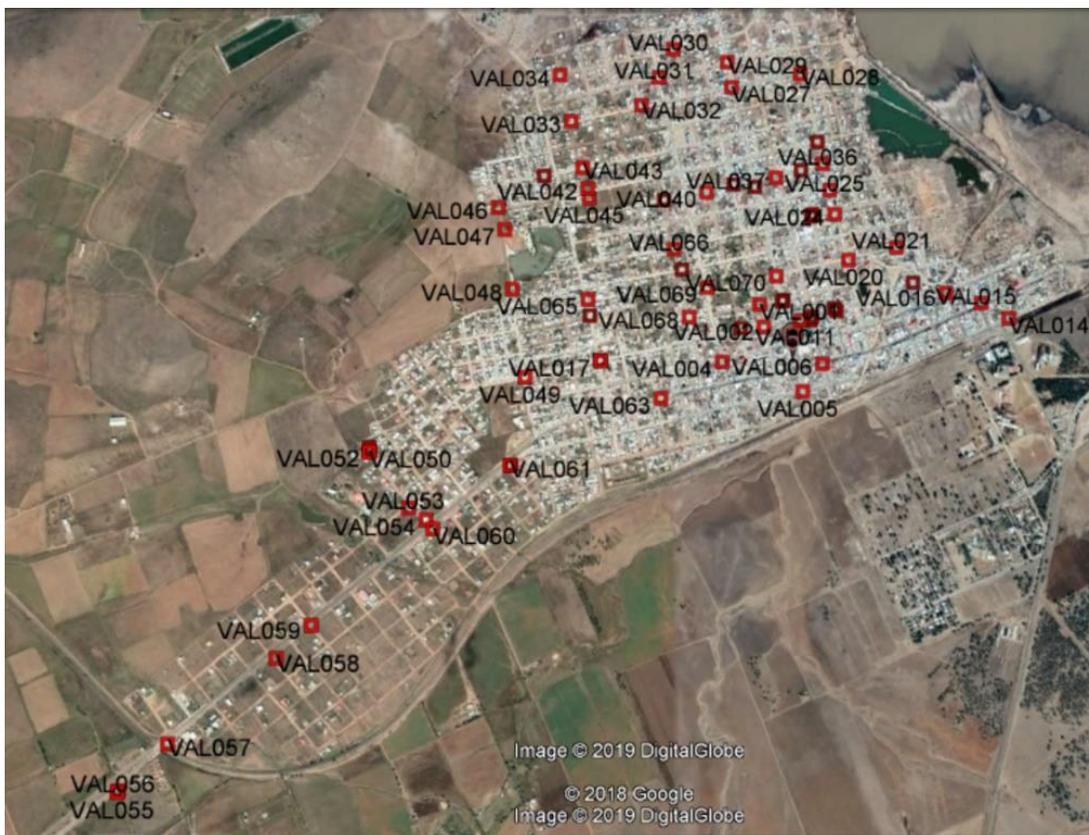
Se levantaron 70 cajas de válvulas encontradas durante los recorridos.



**Ilustración 94 Localización de registro durante el levantamiento topográfico.**

## 5.2 Levantamiento físico de cajas de válvulas

Se realizó el levantamiento físico de 70 las cajas de válvulas existentes en la red de agua potable. La actividad consistió en destapar cada una de los registros para obtener la descripción de los cruceros, como tuberías, válvulas y piezas especiales. Toda la información recopilada se capturó en fichas, en las que se ordenó la información y fotografías.



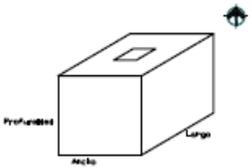
**Ilustración 95 Localización de cajas de válvulas.**



**CATASTRO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE ANAHUAC, CHIH.**

Operación de Válvulas:					
Válvula No.	Tipo:	No. Vueltas Totales:	No. Vueltas Abierta:	No. Vueltas Cerrada:	Estado de operación
2	Compuerta	13	13	13	ok

**Croquis de Caja de Válvulas**



Dimensiones de la caja (en metros)

Largo: 1.20 Ancho: 1.20 Profundidad: 1.20  
 Profundidad con respecto al nivel de la calle

**Nivelación de la tapa:**

Fecha:  /  /   
 día mes año

Elevación de la tapa

**BANCO DE NIVEL**

Referencia Oficial

Elevación

Ubicación

**Reporte de condición de la caja:**

**Tapa :**

Material  Concreto  Fierro fundido  Otro: \_\_\_\_\_

Condición  Entera  Agrietada  Rota  Sin tapa

**Estructura :**

Condición de la estructura  Buena  Deteriorada  Mala  Fuera de servicio

Fugas en las piezas especiales, válvulas o tubos  Nulas  Goteo  Fuerte

Trabajos requeridos  Achicar  Desazolvar  Desasfaltar  Ninguno

Reemplazar tapa  Renivelar caja

**Observaciones:** \_\_\_\_\_

**SIMBOLOGÍA**

VÁLVULA DE COMPUERTA	VÁLVULA CHECK	REDUCCIÓN
VÁLVULA DE DESFOGUE	DESFOGUE AL ALCANTARILLADO	CARRETE
VÁLVULA EXPULSORA DE AIRE	BYPASS	EXTREMIDAD
VÁLVULA DE MARIPOSA	TAPA CIEGA	JUNTA GIBALT
CRUZ	TEE	CODO

**ABREVIATURAS DE MATERIALES**

AC = ASBESTO CEMENTO    CR = CONCRETO PRESFORZADO    Fofo. = FIERRO FUNDIDO    Fo.Go. = FIERRO GALVANIZADO

**Ilustración 97 Ficha de resumen para caja de válvulas (2).**

CATASTRO DE LA RED DE AGUA POTABLE DE ANAHUAC, CHIH.	
<p><b>CLAVE DEL CRUCERO:</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>REPORTE FOTOGRAFICO</b></p>
	
<p>Fotografía 1 Panorámica de la toma</p>	<p>Fotografía 2 Puntual de la tapa</p>
	
<p>Fotografía 3 Foto de la planta de crucero</p>	
<p><b>SUPERINTENDENTE</b></p>	<p><b>SUPERVISOR</b></p>
<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 30px;"></div>	<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 30px;"></div>

**Ilustración 98 Ficha de resumen para caja de válvulas (3).**

Esta actividad fue realizada con apoyo del personal de la JRAS, ya que la gran mayoría de las cajas presentaban azolve, por lo que fue necesario el uso del camión tipo Vector para su limpieza.



**Ilustración 99 Registro de caja de válvulas.**



**Ilustración 100 Limpieza de caja.**

### 5.3 Plano de la red de agua potable

Se obtuvo el plano de la red de agua potable con base en el levantamiento físico de las cajas de válvulas (actividad apoyada por el personal de operación), planos existentes de la red proporcionados por la JCAS y la JRAS e información proporcionada por el Jefe de Operación.

Las características de las tuberías que faltaban en algunos tramos de calles, fueron proporcionadas por el jefe de operación, quien además señaló varias observaciones en el plano, mismas que fueron atendidas. Con esto se complementó el plano de la red, cubriendo la totalidad de la cobertura del servicio de agua potable, por lo que no fue necesario realizar calas (sondeos a cielo abierto) en cruceros sin caja de válvulas.

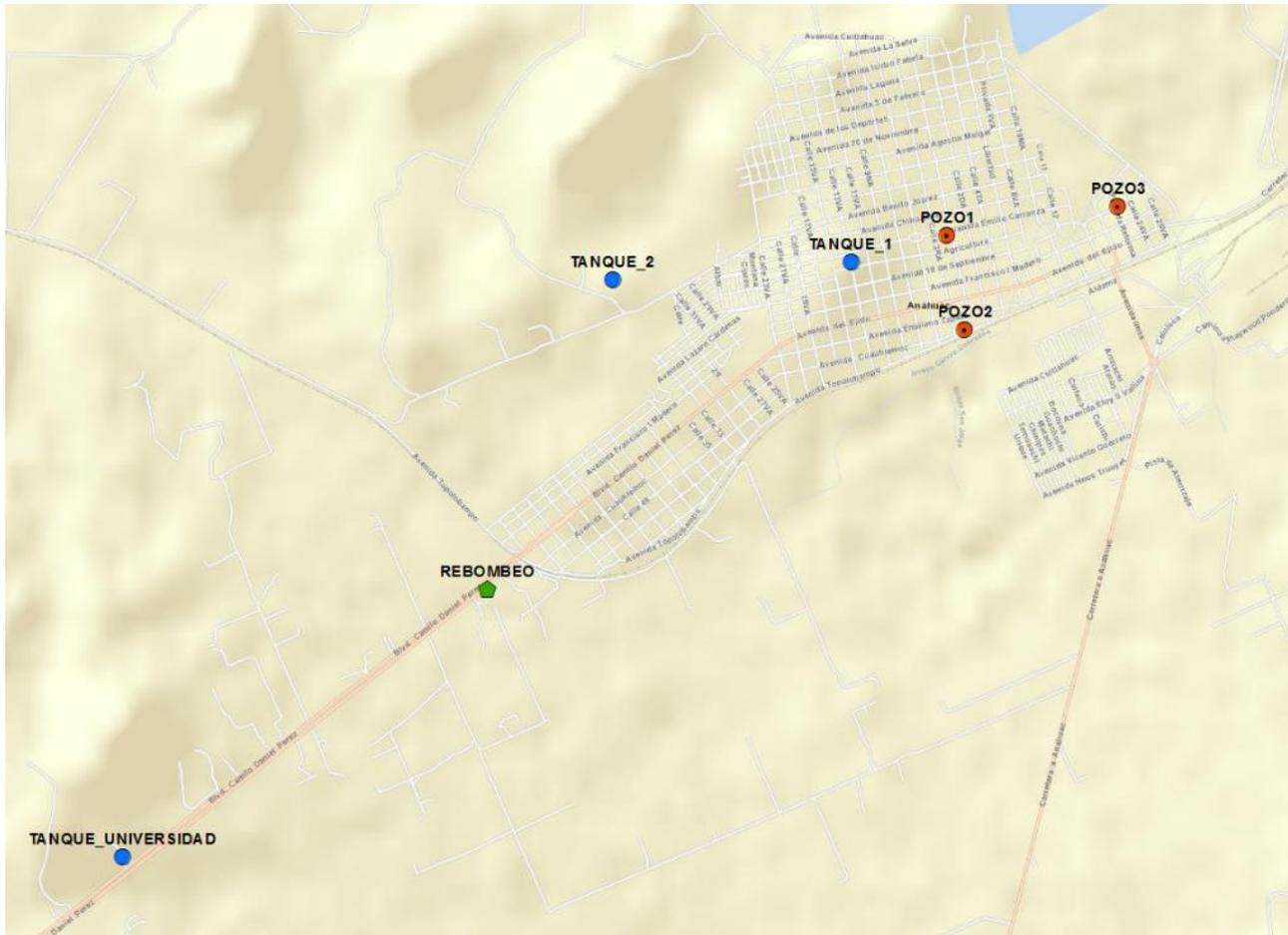
En el plano se indican las características de las tuberías como son el diámetro y el material. En los cruceros se indica si existe una cruz, una T o bypass, y se indican las válvulas abiertas y cerradas. En la siguiente ilustración se muestra el plano obtenido, el cual se encuentra en formato Shapefiles en Arcgis.



**Ilustración 101 Plano de la red de agua potable.**

#### 5.4 Pozos y tanques

Se realizó la nivelación de las estructuras especiales, como son los tanques (3) y pozos (3). Para cada estructura se generó una ficha con sus datos técnicos y fotografías (se anexan en digital). El pozo 3 aun no entra en operación.



**Ilustración 102. Localización tanques y pozos existentes.**



## 6. MODELO MATEMÁTICO DE LA RED EPANET

### 6.1 Armado del modelo

El modelo de la red se realizó con el software de dominio público EPANET, el cual fue desarrollado por la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EEUU (U.S. Environmental Protection Agency). Realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico, discretizado la simulación en múltiples intervalos de tiempo; efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos. Tiene una plataforma versátil y compatible todas las plataformas comerciales de modelado hidráulico. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. A continuación se describen los elementos que componen la red.

#### Nodos con demanda

Para la ubicación de los nodos se utilizó el plano actualizado de la red de agua potable, descrito en el capítulo 5. Del levantamiento topográfico se obtuvieron las elevaciones de todos los cruceros de la localidad, correspondientes a los nodos (ver Ilustración 103).

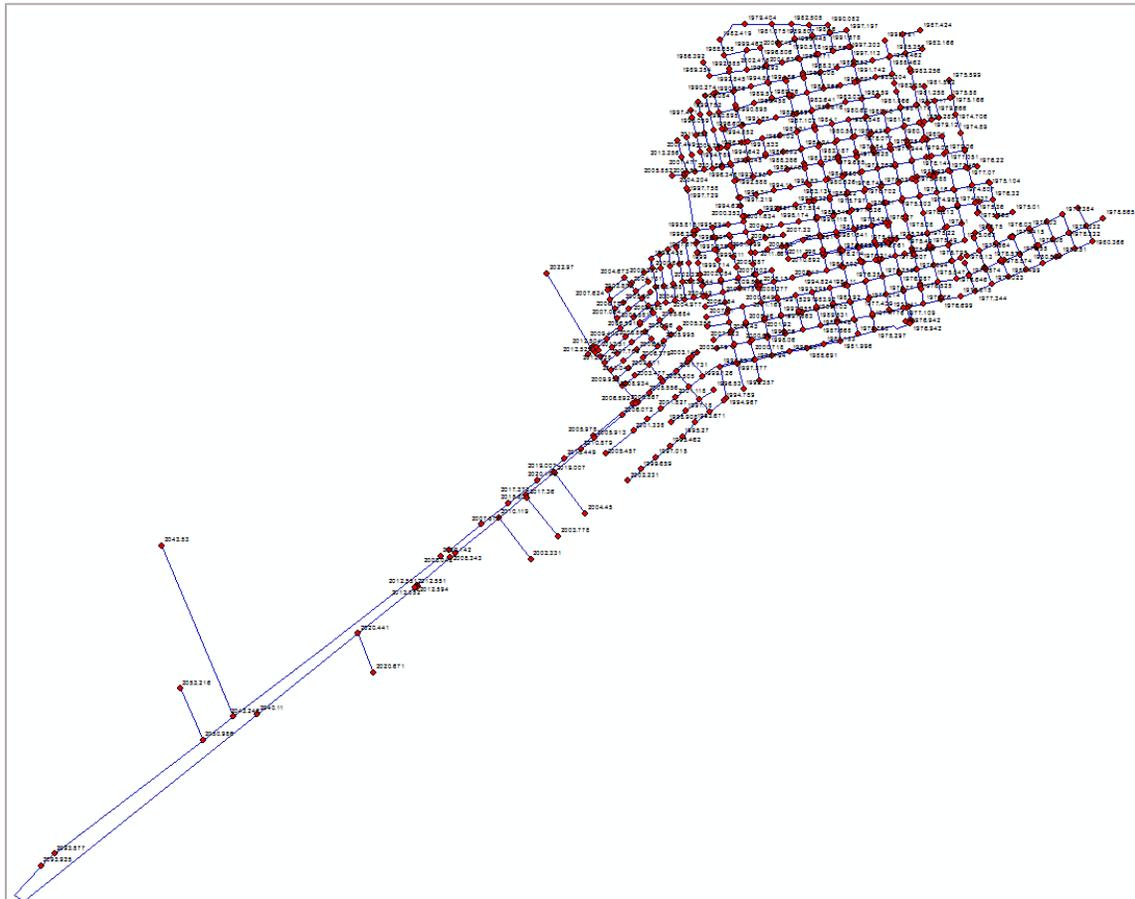
El gasto máximo diario medido fue de 58 l/s. El coeficiente de variación diaria va de 1.2 a 1.4, de acuerdo con el MAPAS de la CONAGUA, por lo que el gasto medio diario estaría entre los valores de 41.43 y 48.33 l/s. Como valor inicial se consideró un gasto medio diario de 43 l/s, para distribuirlo en los nodos como demanda base; el prorrateo se hizo con base en el número de viviendas con toma domiciliarias (levantadas en campo, ver subcapítulo 4.5) que están dentro de la influencia de cada nodo. Los polígonos de influencia se obtuvieron mediante geoprocésamiento en ArcGis (ver Ilustración 104). En el procedimiento de calibración se incrementó la demanda en los nodos que tiene influencia el Tanque 1, en un 20%, con lo cual el gasto medio diario resultó de 48.73 l/s, y el coeficiente de variación diaria de 1.19.

#### Válvulas

En el capítulo 5.2 se describe el levantamiento físico de las 70 cajas de válvulas, mismas que se plasmaron en el plano de la red de agua potable actualizado (ver Ilustración 105), en el que además se indican cuáles válvulas permanecen cerradas (ocho). Las válvulas que se indican abiertas, solo se utilizan para aislar tramos o zonas con fines de mantenimiento y reparación de fugas. Esta información fue descargada en el modelo en EPANET.

#### Tanques

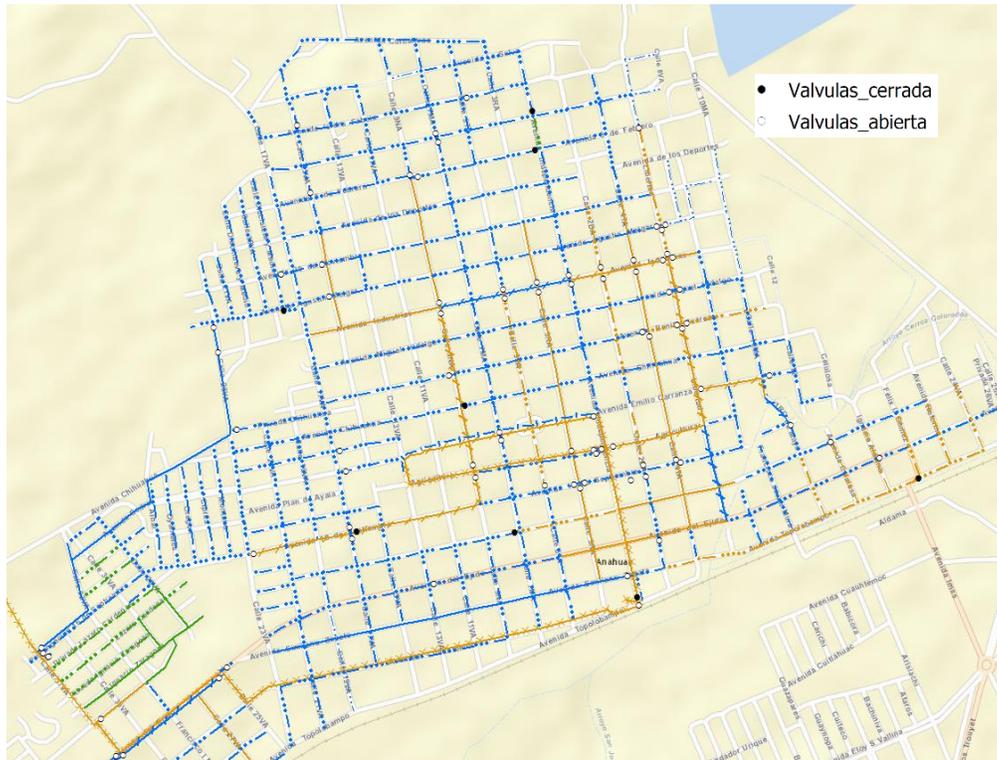
Las cotas de terreno de los tanques fueron obtenidas del levantamiento topográfico, así como sus dimensiones.



**Ilustración 103 Nodos con su elevación.**



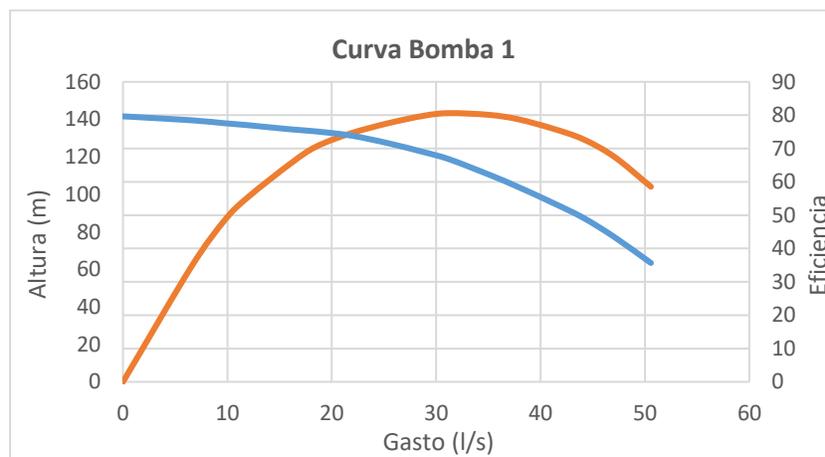
**Ilustración 104 Polígonos de influencia de los nodos con demanda.**



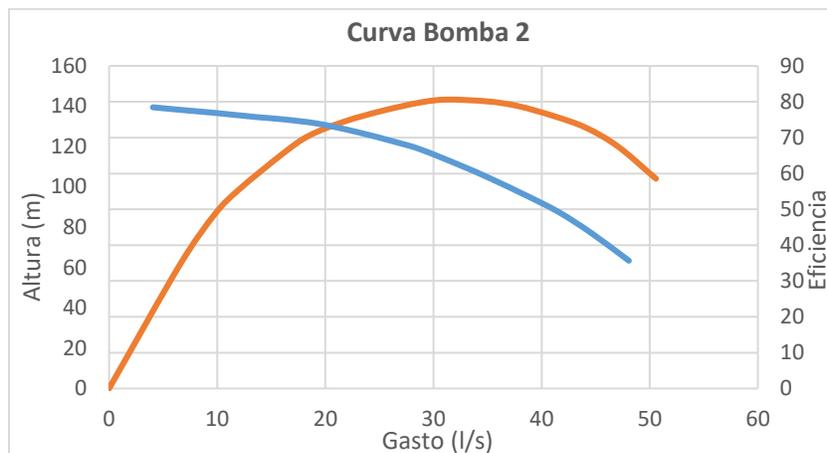
**Ilustración 105 Localización de válvulas.**

## Bombas

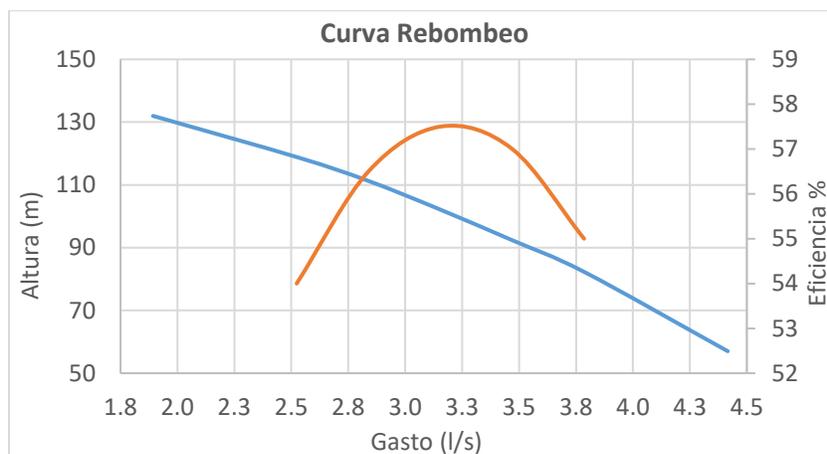
Las curvas características de las bombas fueron proporcionadas por la JRAS Anahuac, mismas que se capturaron y graficaron en Excel. Ver Ilustración 106 a la Ilustración 108.



**Ilustración 106 Curva Característica de la Bomba 1.**



**Ilustración 107 Curva Característica de la Bomba 2.**



**Ilustración 108 Curva Característica de la Bomba Rebompeo.**

## Pozos

En el modelo en EPANET, los pozos son representados por los nodos tipo reservorios, los cuales requieren como dato la cota del nivel medio del agua en el pozo. La JRAS desconoce este dato, por lo que se procedió a obtenerlo en función de la carga que da la bomba y las presiones medidas en los tubos de salida de los pozos, ver Ilustración 109. Cabe mencionar que esta presión fue monitoreada durante 3 días en diferentes horarios, con las bombas encendidas, sin observar variación.

## Tuberías

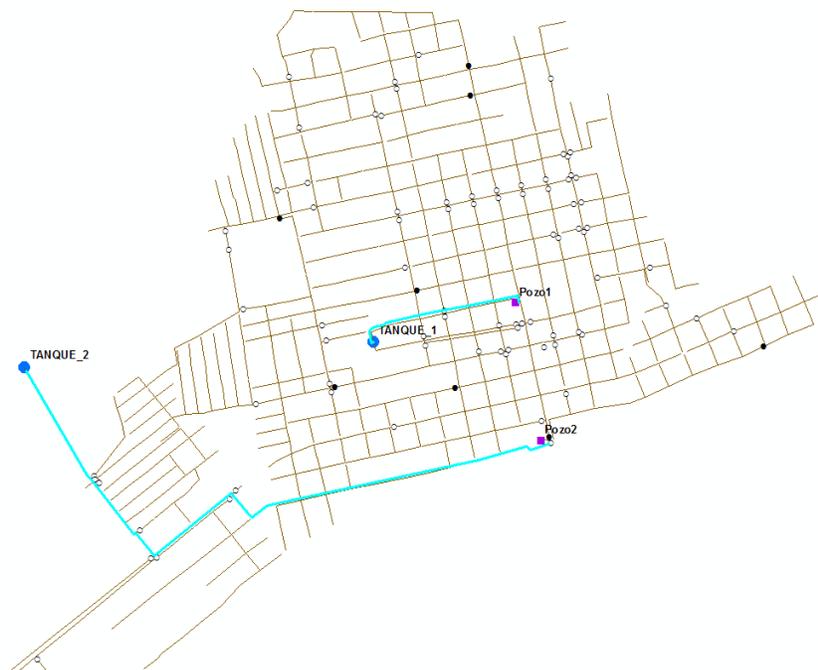
La red cuenta con tuberías de 2, 3, 4, 6, 8 y 12 pulgadas. En la Tabla 56 se muestra el resumen del número de tuberías y longitud total por diámetro. En Ilustración 110 se indican las líneas que van de los pozos a los tanques, y en la Ilustración 111 se indica la línea que val del rebompeo al tanque Universidad.



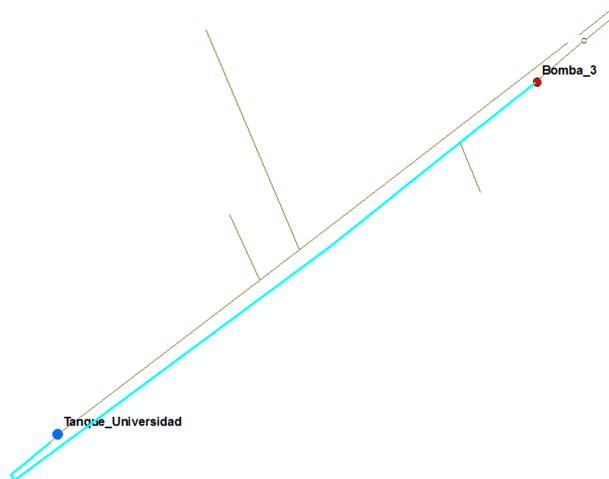
**Ilustración 109 Presiones medidas a la salida de los pozos.**

**Tabla 56 Resumen de las tuberías en la red.**

<b>Diámetro (pulgadas)</b>	<b>Número de tuberías</b>	<b>Longitud Total (m)</b>
2	21	3271.707
3	469	42814.9
4	89	12097.43
6	57	8785.29
8	22	3814.86
12	1	678.67
<b>Total</b>	<b>659</b>	<b>71462.86 m</b>



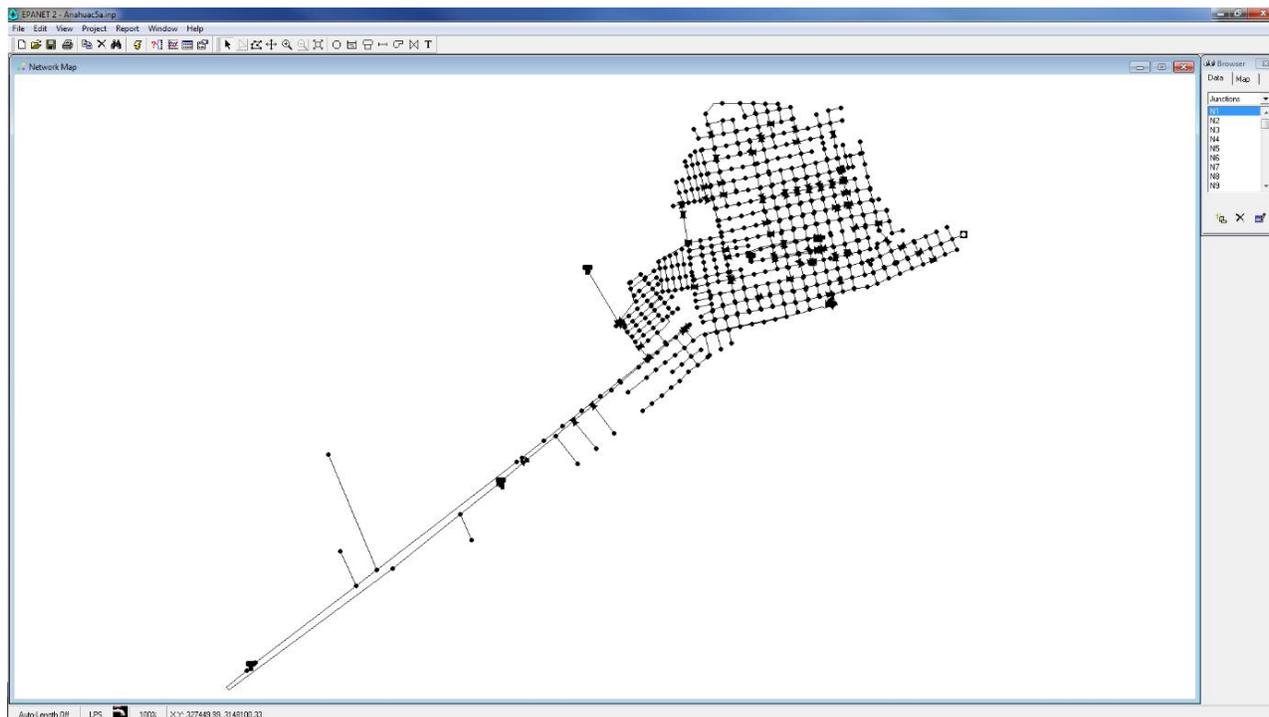
**Ilustración 110 Líneas de los pozos a los tanques.**



**Ilustración 111 Línea del bombeo al tanque Universidad.**

### Integración de modelo en EPANET

Se crearon los “shape files” de los elementos de la red, en ArcGis, para posteriormente ser exportados a un archivo \*.inp, el cual es abierto en EPANET. Se revisó la conectividad de los elementos, mediante una corrida, en la que no se reportaron detalles geométricos. Ver Ilustración 112.



**Ilustración 112 Modelo de EPANET.**

En la Tabla 57 se muestra el resumen de los elementos que conforman el modelo de la red actual.

**Tabla 57 Resumen de los elementos del modelo.**

Elemento	Cantidad
Nodos	721
Pozos	2
Tanques	3
Tuberías	659
Bombas	3
Válvulas	60

## 6.2 Calibración del modelo

El sistema se calibró con base en datos de campo, principalmente presiones medidas en 106 puntos distribuidos de la red, en diferentes horarios, así como los aforos realizados en la salida de los pozos.

### Medición de presiones

Se midieron presiones en las tomas domiciliarias, en su mayoría se midieron en las llaves de jardín o traspatio que están conectadas directamente de la toma. Ver Ilustración 113. Las tomas en las que se midieron presiones fueron seleccionadas a partir de una muestra de 120 puntos distribuidos en toda la red de agua potable, como se muestra en la Ilustración 114. En cada toma se midió la presión en tres diferentes horarios (mañana, medio día, tarde), la Tabla 58 contiene las coordenadas de las tomas y las presiones medidas.



**Ilustración 113. Medición de presiones. Punto 5**



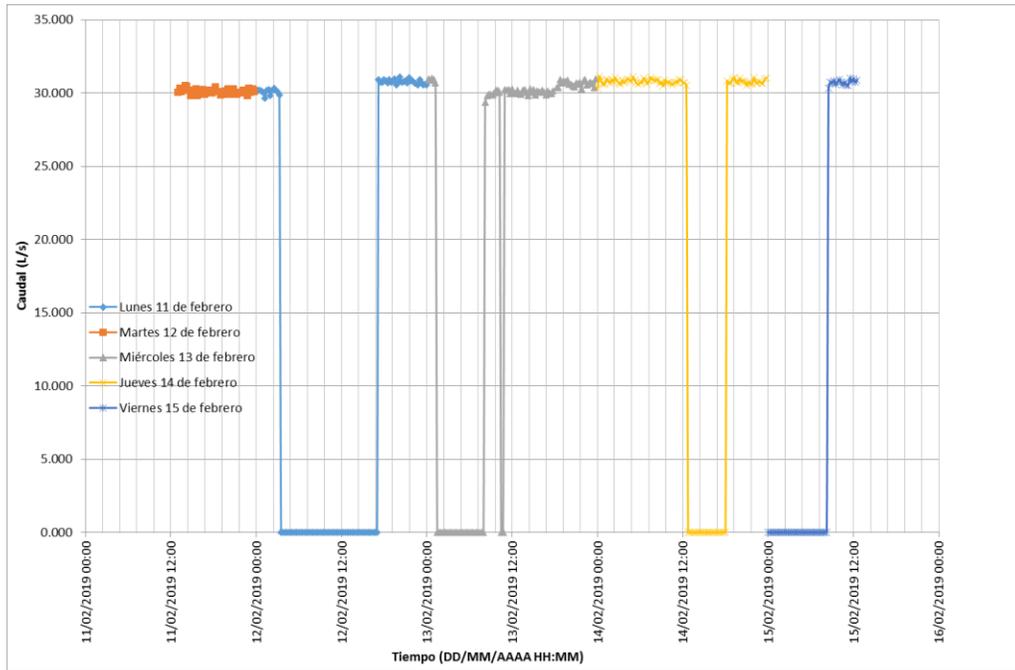
NODO	HORA	PRESIÓN	NODO	HORA	PRESIÓN	NODO	HORA	PRESIÓN
N558	08:58	22.5	N357	08:51	27.54	N656	09:00	21
	12:11	18		12:15	31.62		11:10	22
	16:26	20.5		14:46	33.66		12:20	20
N513	08:32	21	N361	08:47	27.54		15:48	22
	12:36	18		12:25	33.66		16:08	21
	16:16	18		14:54	24.48	N662	08:39	6.5
N535	08:53	25	N113	09:22	28.05		11:15	22
	12:54	19.5		11:23	33.15		12:08	7
	16:29	21		14:20	35.7		15:33	6
N490	08:40	23		16:46	27.03		16:12	21
	13:07	20.5	N83	11:17	40.8	N570	09:55	20
	16:37	19.5		14:17	40.29		11:58	16
N543	09:02	17.5		16:44	30.6		12:51	19
	13:38	15	N145	09:17	23.46		16:15	14.5
	16:46	15.5		11:31	31.11		16:16	16
N479	08:48	22		14:23	32.64	N572	09:47	19.5
	13:19	20		16:50	23.97		11:59	18
	16:34	20	N77	09:32	31.11		12:46	18
N560	09:38	5		10:56	36.72		16:10	20
	14:05	1.5		14:06	38.25		16:19	18
	16:51	2		16:36	29.58	N624	09:16	21
N521	09:07	24	N63	09:28	30.6		11:32	19
	13:29	22.5		11:09	37.74		12:26	20
	16:42	22.5		14:12	38.76		15:50	22
N540	09:33	21.5		16:40	29.58		16:24	18
	14:15	20	N117	07:48	22.95	N592	09:05	12.5
	16:56	18		11:23	24.48		12:31	11
N225	09:44	22		16:17	29.58		14:38	12.5
	14:37	19.5	N90	07:38	22.44		15:46	13
	17:26	20.5		11:29	24.48		16:22	10
N236	09:48	12		16:14	29.58	N579	08:54	14.5
	15:01	10.5	N130	07:53	27.54		10:51	11
	16:20	12		11:38	23.46		12:06	14
N486	09:18	24		16:22	28.05		13:28	13
	14:24	23.5	N48	08:56	24.48		15:16	12.5
	17:02	23		12:00	23.97		16:32	13
N481	09:13	21.5		16:38	28.56	N424	08:57	6
	15:14	20	N102	08:19	31.62		10:57	5
	17:08	20.5		11:55	29.07		12:13	6
N262	09:22	24.5		16:33	31.62		13:31	8.5
	14:50	23.5	N154	08:03	28.56		15:19	7.5
	17:14	24.5		11:42	23.46		16:36	6
N253	08:44	20		16:26	28.56	N404	09:00	10
	13:08	23	N42	09:06	28.05		11:02	7

NODO	HORA	PRESIÓN	NODO	HORA	PRESIÓN	NODO	HORA	PRESIÓN
	15:19	25		12:05	27.54		12:20	7
N232	08:54	16		16:41	31.62		13:34	8
	13:14	16	N31	09:46	28.05		15:24	7.5
	15:24	18.5		12:17	23.97		16:40	6
N271	08:31	30		17:15	30.09	N439	09:15	13.5
	13:02	28.5	N30	09:35	23.46		12:24	12
	15:15	31		12:13	19.89		13:47	12
N245	09:03	23	N94	10:05	25.5		14:30	12
	13:21	22		12:25	28.05		15:38	12
N221	09:47	6	N13	09:17	20.4		16:55	12
	13:42	17.5		12:09	25.5	N375	08:17	13.5
	15:43	22		16:45	30.09		11:31	11
N272	09:13	30	N9	10:35	11.22		12:40	12
	13:26	30		13:40	26.01		13:42	10
	15:34	32		16:50	28.05		16:08	12
N243	09:38	18	N5	10:58	17.85		16:45	11
	13:37	19		13:59	17.85	N370	08:06	9
	15:46	22.5		16:54	16.32		11:25	15
N256	09:24	27	N3	11:08	17.34		12:45	16
	13:32	26.5		13:49	23.46		13:46	14.5
	15:40	28		17:02	23.46		16:14	17
N216	09:56	10.5	N679	07:40	12		16:50	16
	13:46	11.5		09:55	16	N407	09:37	5.5
	15:58	16		11:31	15		11:12	5.5
N171	10:09	31		15:05	15		13:24	4
	13:51	32		15:07	15		14:38	6.5
	16:04	33.5	N688	07:47	14.5		15:32	9
N203	10:20	24		10:00	18		17:14	3
	14:19	28		11:36	18.5	N402	08:23	10
	16:09	28		15:10	18		11:35	5.5
N209	10:31	13		15:10	19		13:19	8
	14:23	15.5	N684	07:54	18		14:44	8
	16:13	18		10:06	19		16:24	10
N187	10:42	28		11:46	20		17:18	7
	14:28	32		15:14	19	N422	09:11	9
	16:18	32		15:15	24		12:32	8.5
N214	11:28	20	N639	08:15	18		13:56	9
	15:00	22		10:12	19		14:36	8.5
	16:38	24		11:54	19.5		15:43	8.5
N200	11:01	26.5		15:24	19		17:36	8
	14:54	28.5		15:26	19	N444	09:25	4
	16:34	28	N661	08:29	28.5		12:09	2.5
N197	11:10	26		10:17	26		14:09	3
	14:53	28.5		12:05	26		14:20	4

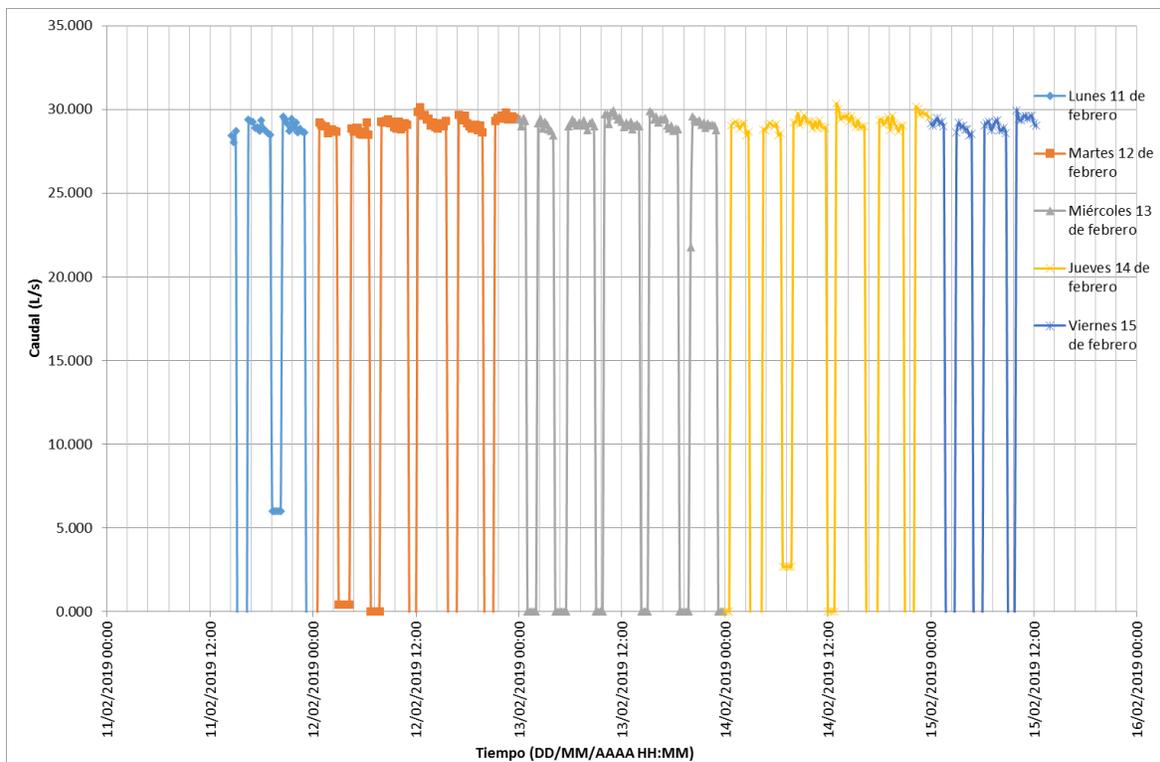
NODO	HORA	PRESIÓN	NODO	HORA	PRESIÓN	NODO	HORA	PRESIÓN
	16:30	30.5		15:20	28		15:48	3
N160	10:51	30.5		15:29	30		17:10	3
	14:34	30	N616	08:21	15	N631	08:12	17
	16:24	34		10:51	16		11:19	12
N180	11:19	24		12:00	14.5		13:08	16
	14:50	31		15:25	16		13:51	14
N720	11:40	33		15:32	16		16:18	15
	15:05	38	N632	08:18	16		17:21	16
	16:44	38		10:46	17	N410	09:34	9
N469	03:16	15.3		11:57	15		11:57	9.5
	16:11	5.1		15:23	17		14:17	6
N446	08:14	0		15:30	16		14:12	10
	13:27	0	N602	09:25	20		15:57	6.5
	16:18	0		11:26	16		17:33	6
N465	08:24	6.12		12:34	18	N463	09:20	7.5
	13:08	16.32		15:56	18		12:16	9.5
	16:05	6.12		15:57	19.5		14:24	10
N415	08:30	9.18	N634	10:00	17		14:23	11
	13:40	17.34		10:57	20		15:53	8
N323	08:35	20.4		12:58	17		17:05	9
	12:51	27.54		15:44	19	N382	08:30	15
	15:55	18.36		16:21	18		11:39	12.5
N294	09:10	26.01	N619	09:20	21		14:40	16
	13:00	32.64		11:20	18		13:56	14
	16:00	22.95		12:30	19.5		16:30	15
N338	12:38	29.07		15:53	22		17:31	16
	15:52	20.91		15:54	19	N417	09:31	9
N352	12:32	28.05					12:02	8.5
	14:59	19.38					14:32	9
							14:15	8.5
							16:47	9
							17:12	8.5

### Medición de caudales en la salida de los pozos

Los datos de producción de las fuentes de abastecimiento se obtuvieron por medio de mediciones de caudal mediante medidores ultrasónicos, en un periodo de 5 días a la salida de los pozos, tal como se muestra en la Ilustración 115 y la Ilustración 116.

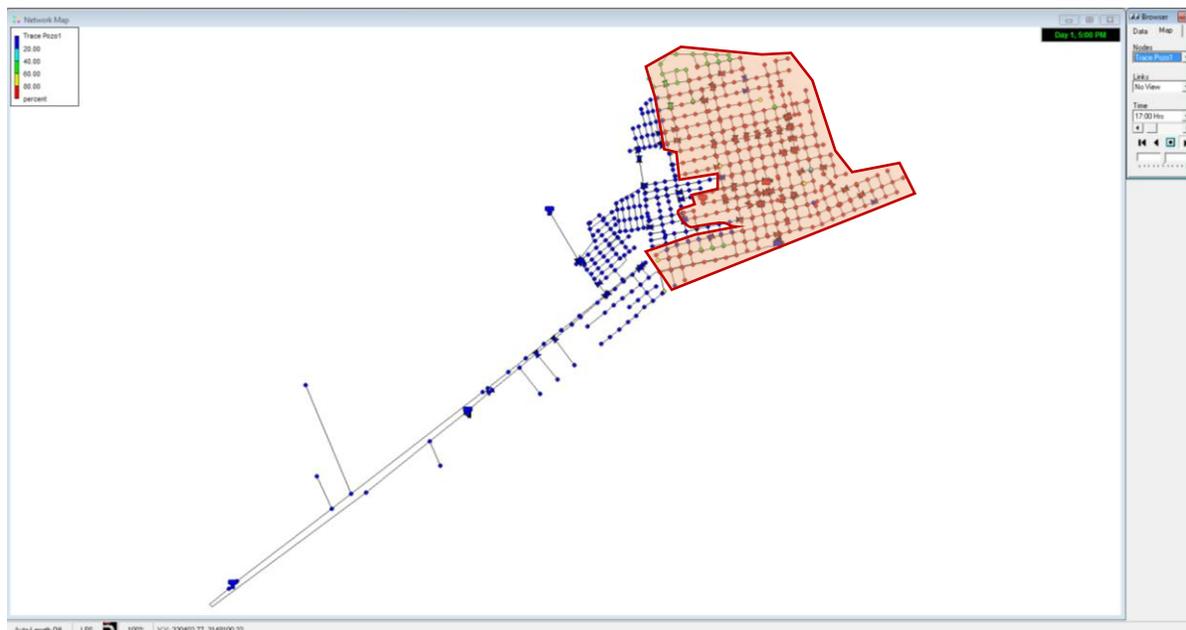


**Ilustración 115 Medición de caudal a la salida del Pozo 1.**



**Ilustración 116 Medición de caudal a la salida del Pozo 2.**

En la zona de influencia del pozo 1 (ver Ilustración 117) se realizó un ajuste en la demanda, incrementándola el 20%, con lo que mejoraron los resultados.



**Ilustración 117 Zona de influencia del pozo 1.**

### 6.3 Resultados del modelo

A través de un proceso de aproximaciones sucesivas se calibró el modelo, modificando principalmente los valores de rugosidad de las tuberías y las demandas, buscando cumplir con los valores de caudal registrados en el día de concurrencia de suministro en la mayor parte del sector.

Con respecto a la calibración de presiones, se consideraron los valores reportados en la Tabla 58. Los resultados presentados en la Tabla 59, la Ilustración 118 y la Ilustración 119 muestran un adecuado funcionamiento del modelo dentro del rango de operación, con una **correlación de 0.905** entre valores medios de las presiones medidas y calculadas.

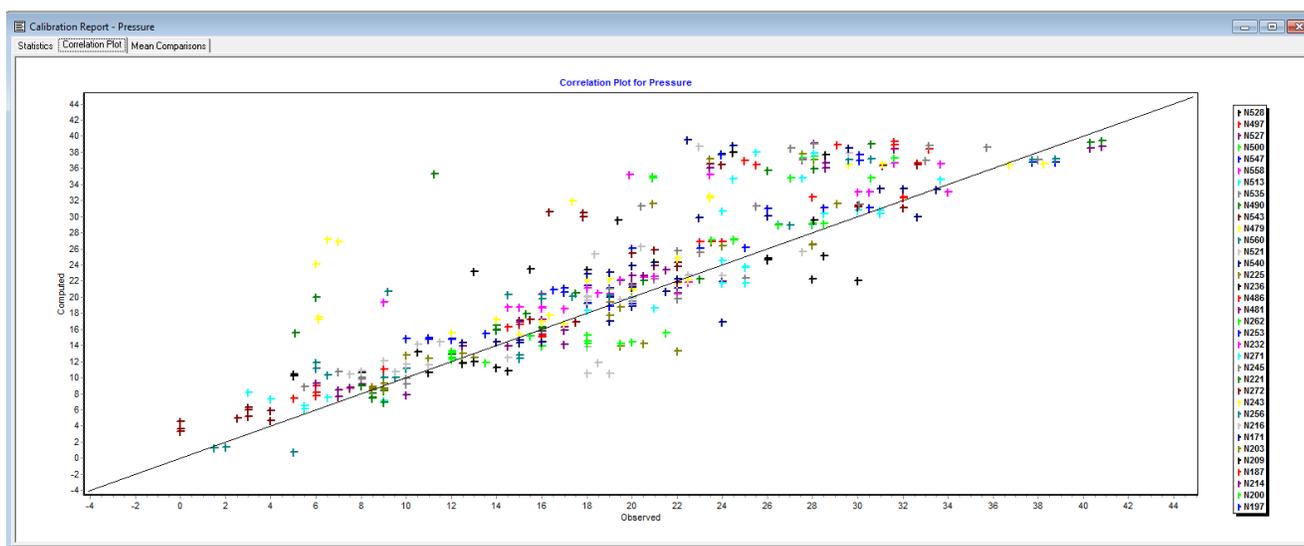
**Tabla 59 Análisis de resultados de presión en la red.**

Nodo	Número de datos	Valor promedio observado	Valor promedio calculado	Error medio	Error medio cuadrático
N528	3	6	10.39	4.388	4.563
N497	3	10.33	11.02	2.54	2.568
N527	3	14.67	13.99	1.593	1.849
N500	3	18.33	15.32	3.009	3.772
N547	3	19.17	21.03	2.45	2.852

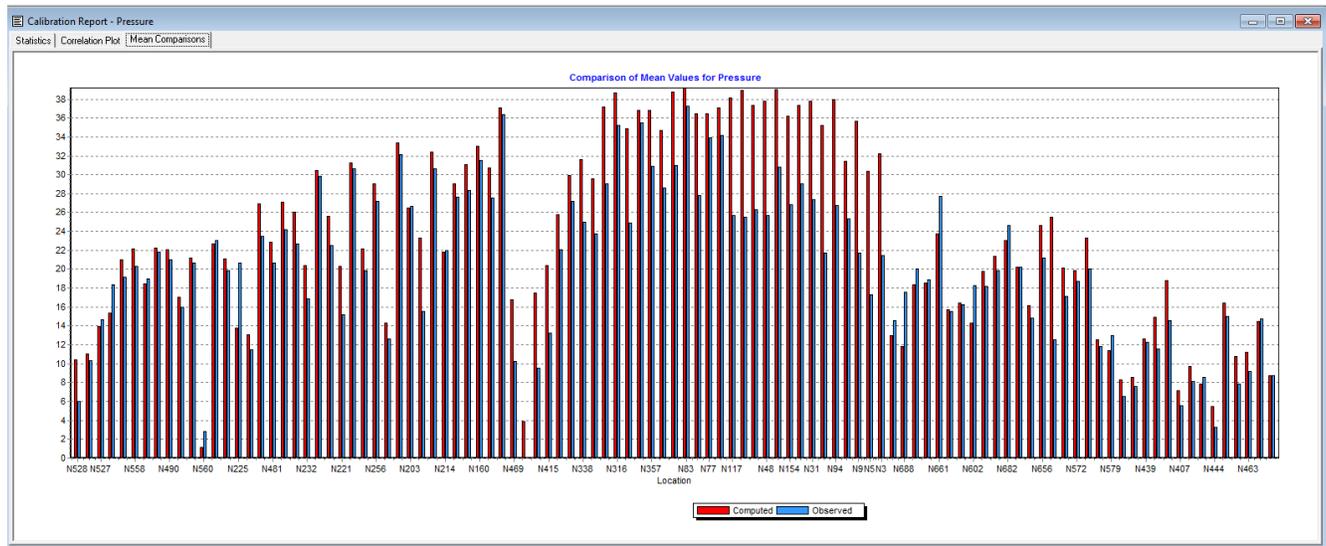
<b>Nodo</b>	<b>Número de datos</b>	<b>Valor promedio observado</b>	<b>Valor promedio calculado</b>	<b>Error medio</b>	<b>Error medio cuadrático</b>
N558	3	20.33	22.14	2.216	2.637
N513	3	19	18.44	1.028	1.403
N535	3	21.83	22.25	2.185	2.29
N490	3	21	22.11	1.603	1.766
N543	3	16	17.08	1.498	1.624
N479	3	20.67	21.16	0.742	0.794
N560	3	2.83	1.14	1.689	2.479
N521	3	23	22.7	0.606	0.809
N540	3	19.83	21.13	1.813	2.147
N225	3	20.67	13.81	6.857	6.98
N236	3	11.5	13.05	1.554	1.74
N486	3	23.5	26.9	3.395	3.418
N481	3	20.67	22.9	2.23	2.258
N262	3	24.17	27.11	2.943	2.975
N253	3	22.67	26.08	3.412	3.972
N232	3	16.83	20.37	3.536	3.705
N271	3	29.83	30.5	1.099	1.226
N245	2	22.5	25.62	3.117	3.172
N221	3	15.17	20.33	6.177	8.325
N272	3	30.67	31.24	1.145	1.164
N243	3	19.83	22.13	2.521	2.973
N256	3	27.17	29.02	1.849	1.954
N216	3	12.67	14.29	2.746	2.864
N171	3	32.17	33.4	1.358	1.64
N203	3	26.67	26.5	1.742	1.797
N209	3	15.5	23.31	7.814	8.056
N187	3	30.67	32.43	1.767	2.592
N214	3	22	21.79	1.272	1.519
N200	3	27.67	29.08	1.417	1.606
N197	3	28.33	31.05	2.718	3.257
N160	3	31.5	33.04	2.21	2.381
N180	2	27.5	30.76	3.44	4.743
N720	3	36.33	37.06	1.936	2.425
N469	2	10.2	16.75	6.545	7.648
N446	3	0	3.85	3.845	3.879
N465	3	9.52	17.51	7.987	9.231
N415	2	13.26	20.39	7.133	8.398
N323	3	22.1	25.76	4.925	5.388
N294	3	27.2	29.95	4.566	4.885

<b>Nodo</b>	<b>Número de datos</b>	<b>Valor promedio observado</b>	<b>Valor promedio calculado</b>	<b>Error medio</b>	<b>Error medio cuadrático</b>
N338	2	24.99	31.62	6.627	7.789
N352	2	23.72	29.56	5.845	7.292
N301	4	29.07	37.15	8.081	8.789
N316	4	35.19	38.68	5.418	6.626
N282	4	24.86	34.85	9.992	10.829
N343	3	35.53	36.81	3.281	4.156
N357	3	30.94	36.77	5.831	6.463
N361	3	28.56	34.7	6.138	7.249
N113	4	30.98	38.74	7.761	8.556
N83	3	37.23	39.2	3.638	4.961
N145	4	27.8	36.44	8.645	9.589
N77	4	33.92	36.5	3.589	4.478
N63	4	34.17	37.11	4.104	5.069
N117	3	25.67	38.15	12.484	12.865
N90	3	25.5	38.95	13.451	13.87
N130	3	26.35	37.35	10.998	11.172
N48	3	25.67	37.83	12.157	12.345
N102	3	30.77	39.03	8.255	8.329
N154	3	26.86	36.23	9.367	9.642
N42	3	29.07	37.34	8.266	8.479
N31	3	27.37	37.76	10.391	10.693
N30	2	21.67	35.21	13.535	13.647
N94	2	26.77	37.95	11.179	11.257
N13	3	25.33	31.39	6.06	7.197
N9	3	21.76	35.65	13.891	15.687
N5	3	17.34	30.33	12.994	13.027
N3	3	21.42	32.23	10.81	11.127
N679	5	14.6	13	2.031	2.123
N688	5	17.6	11.84	5.756	6.211
N684	5	20	18.4	2.505	3.401
N639	5	18.9	18.57	0.955	1.014
N661	5	27.7	23.76	3.935	4.713
N616	5	15.5	15.68	1.148	1.228
N632	5	16.2	16.42	1.046	1.186
N602	5	18.3	14.27	4.03	4.231
N634	5	18.2	19.81	2.016	2.558
N619	5	19.9	21.35	2.072	2.184
N682	5	24.6	23.08	1.702	1.953
N643	5	20.2	20.26	1.339	1.522

Nodo	Número de datos	Valor promedio observado	Valor promedio calculado	Error medio	Error medio cuadrático
N600	5	14.8	16.14	1.343	1.66
N656	5	21.2	24.65	3.446	3.724
N662	5	12.5	25.47	12.97	15.298
N570	5	17.1	20.13	3.055	3.712
N572	5	18.7	19.85	1.189	1.466
N624	5	20	23.27	3.273	3.646
N592	5	11.8	12.51	1.174	1.452
N579	6	13	11.4	1.601	1.992
N424	6	6.5	8.29	1.793	1.986
N404	6	7.58	8.53	1.645	1.856
N439	6	12.25	12.64	0.949	1.068
N375	6	11.58	14.92	3.335	3.467
N370	6	14.58	18.79	4.211	5.106
N407	6	5.58	7.14	2.19	2.721
N402	6	8.08	9.75	1.998	2.371
N422	6	8.58	7.88	1.016	1.144
N444	6	3.25	5.49	2.243	2.398
N631	6	15	16.44	1.552	2.038
N410	6	7.83	10.76	2.927	3.606
N463	6	9.17	11.22	2.051	2.257
N382	6	14.75	14.44	1.055	1.213
N417	6	8.75	8.75	0.277	0.317
<b>TOTAL</b>	<b>397</b>	<b>19.1</b>	<b>21.84</b>	<b>3.85</b>	<b>5.565</b>

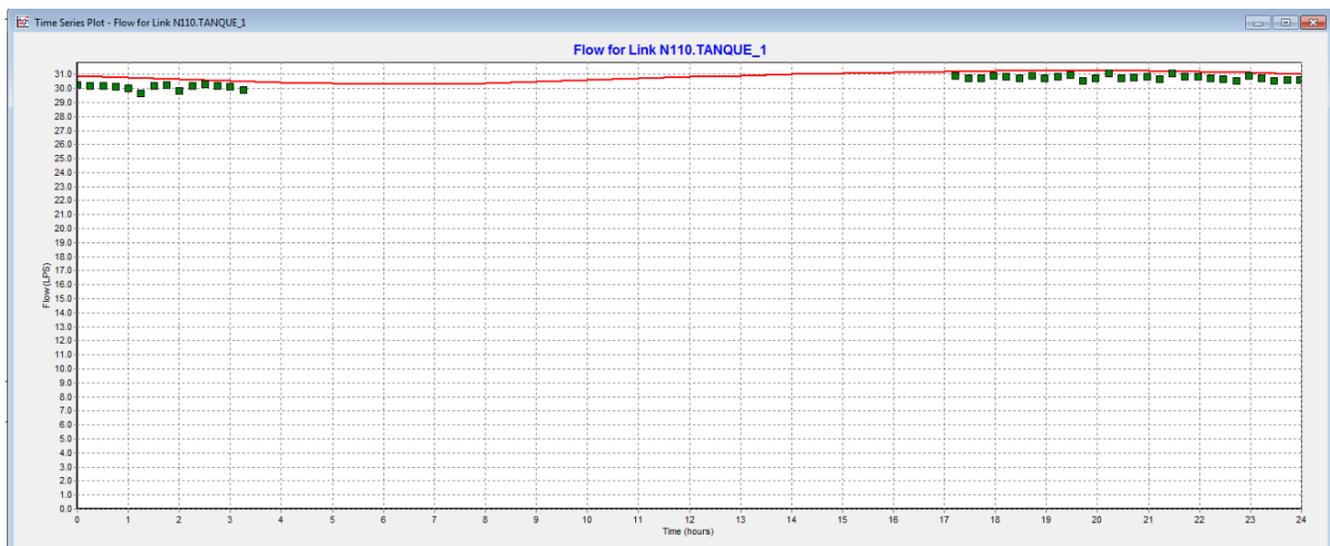


**Ilustración 118 Correlación de las presiones medidas y calculadas por el modelo.**

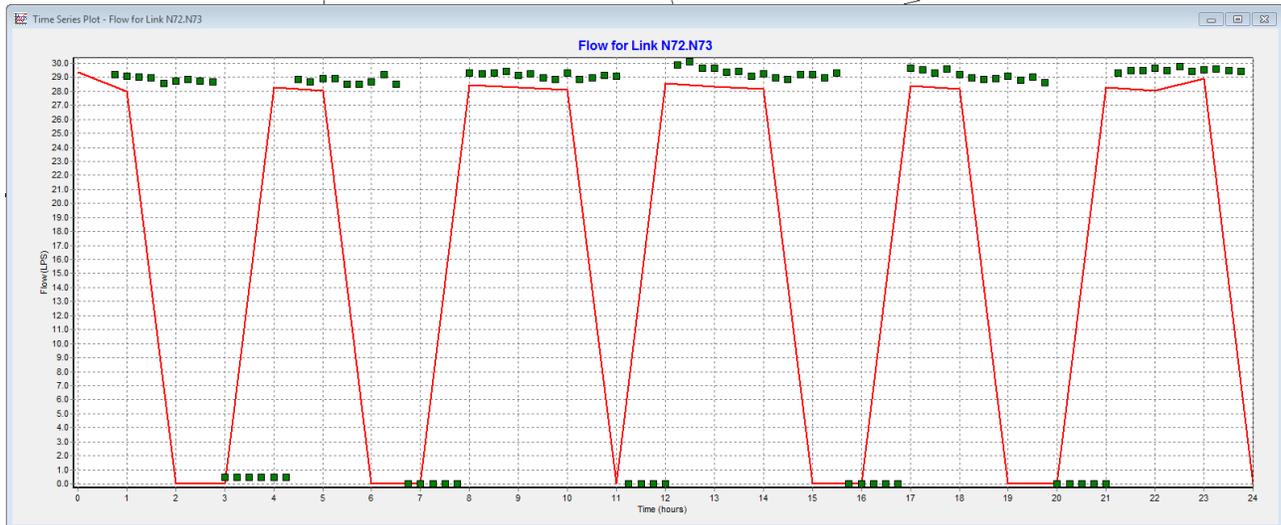


**Ilustración 119 Comparación de las presiones medidas y las calculas por el modelo.**

En cuanto a los caudales en los pozos, los resultados del modelo se acercan a los medidos en campo. En la Ilustración 121 e Ilustración 120, se observa que la línea continua representa los valores calculados por el modelo y los puntos representan los valores medidos en campo.



**Ilustración 120 Resultados del caudal en el pozo 1 con respecto a los datos de campo en 24 horas.**

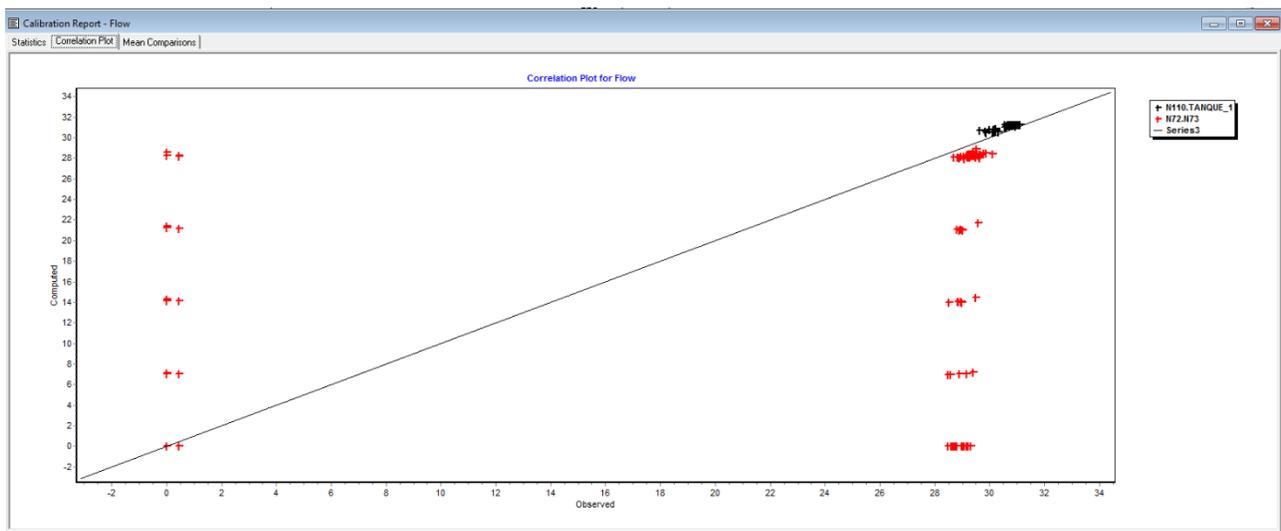


**Ilustración 121 Resultados del caudal en el pozo 2 con respecto a los datos de campo en 24 horas.**

Sin embargo, como puede apreciarse en la Tabla 60 y la Ilustración 122, para el día de concurrencia del servicio a la mayor parte del sector, se tiene una aproximación adecuada de los resultados.

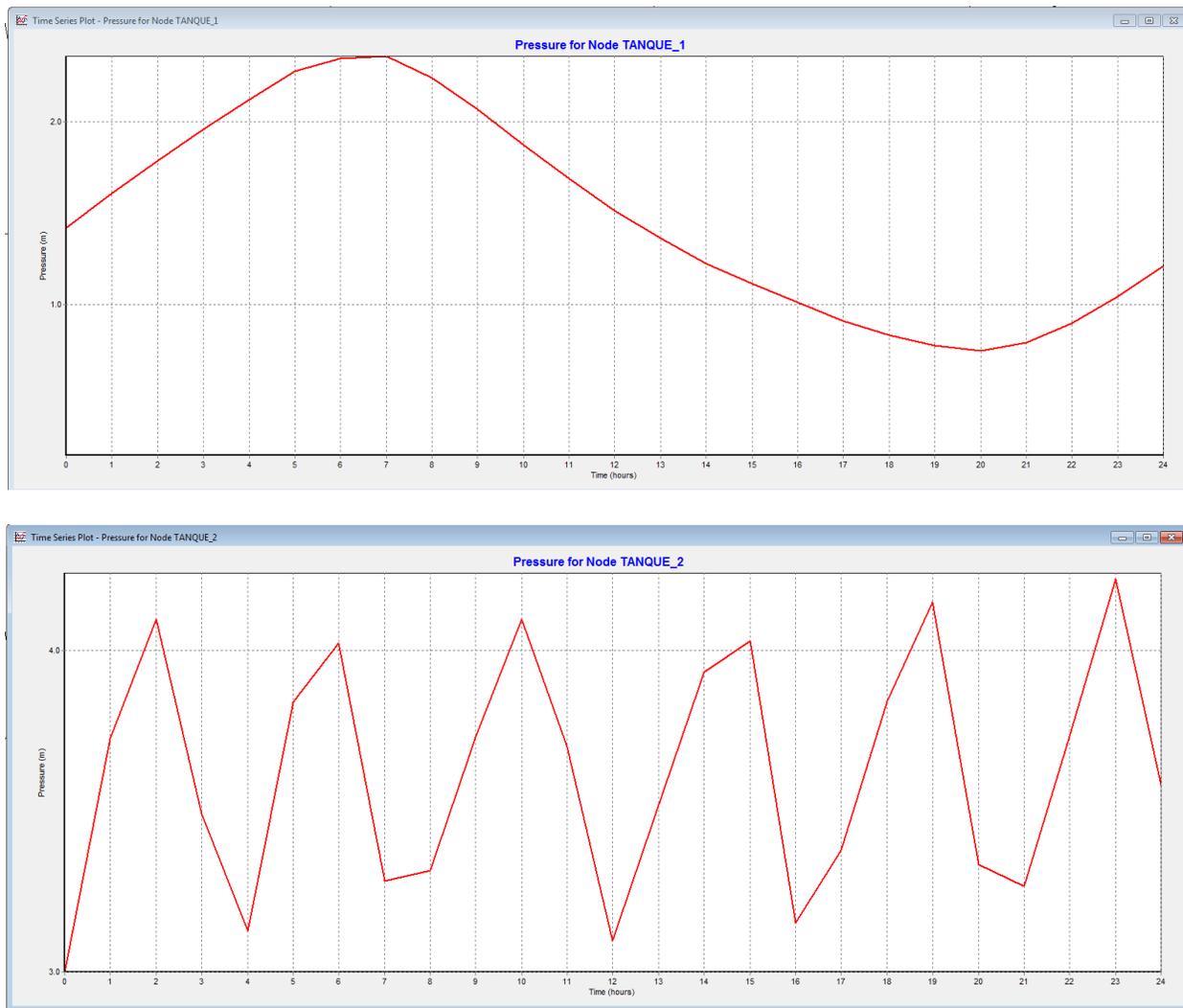
**Tabla 60 Análisis de resultados de caudal en la tubería T880.**

Tubería	Numero de datos	Valor promedio observado	Valor promedio calculado	Error medio	Error medio cuadrático
Pozo 1	42	30.55	30.04	0.49	0.52
Pozo 2	93	21.24	16.88	11.429	15.992



**Ilustración 122 Correlación de datos de caudal en los dos pozos.**

De forma general, los tanques suministran caudal a cada zona (ver Ilustración 117), pero con la peculiaridad que el pozo 2, suministra directamente a red y al tanque 2, cuando el tanque se llena, la bomba 2 se detiene y el suministro se da desde el tanque y cuando este se vacía la bomba 2 se vuelve activar. En la Ilustración 123.



**Ilustración 123 Elevaciones en los tanques.**

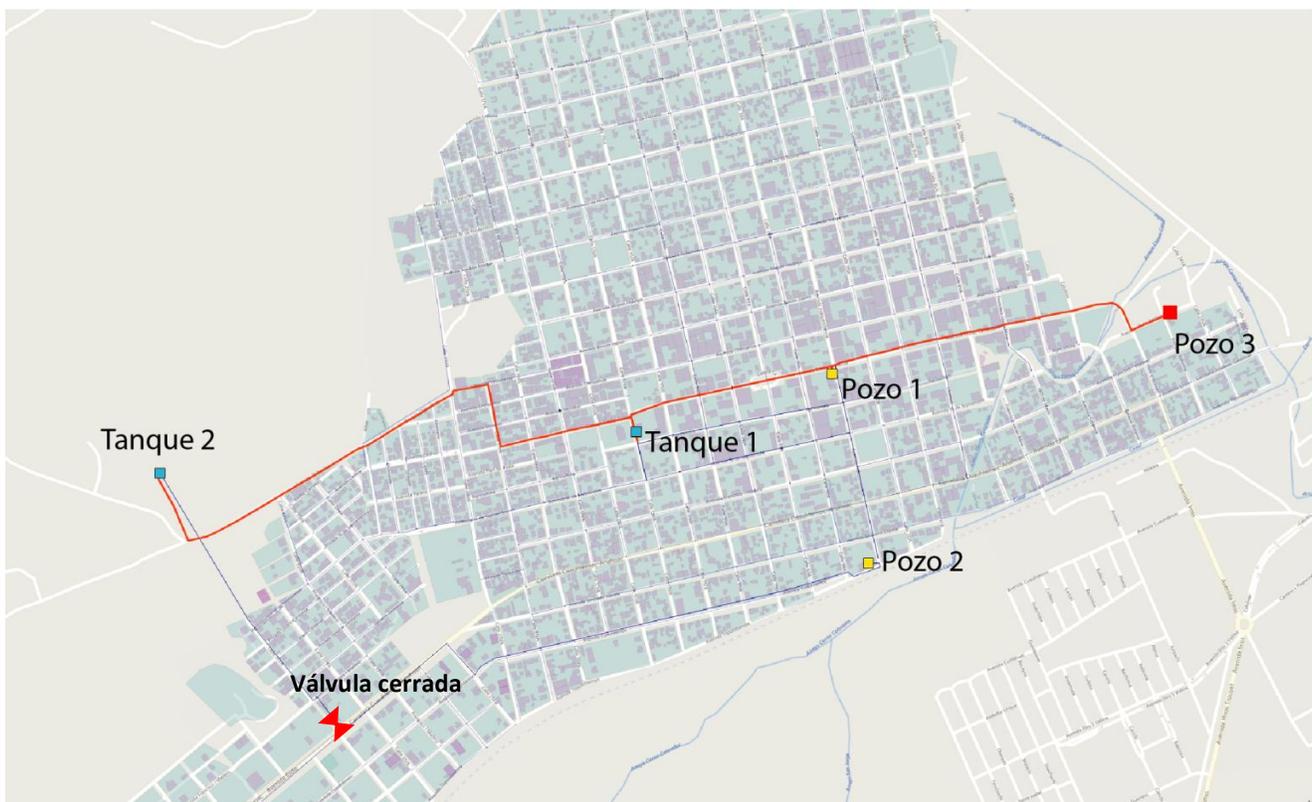
## 6.4 Conclusión

Se realizó un modelo de simulación basado en la información obtenida en campo, el cual fue calibrado, obteniendo resultados con un alto grado de correlación entre los datos medidos en campo y los calculados con el modelo. En este modelo es posible presentar una propuesta de sectorización que mejore las condiciones de servicio y disminuya los costos de producción, con la limitación de que la propuesta sea condicionada a que la fuente tenga la capacidad de suministrar el caudal estimado en tiempo y forma.

## 7. CREACIÓN DE SECTORES HIDROMÉTRICOS – SECTORIZACIÓN

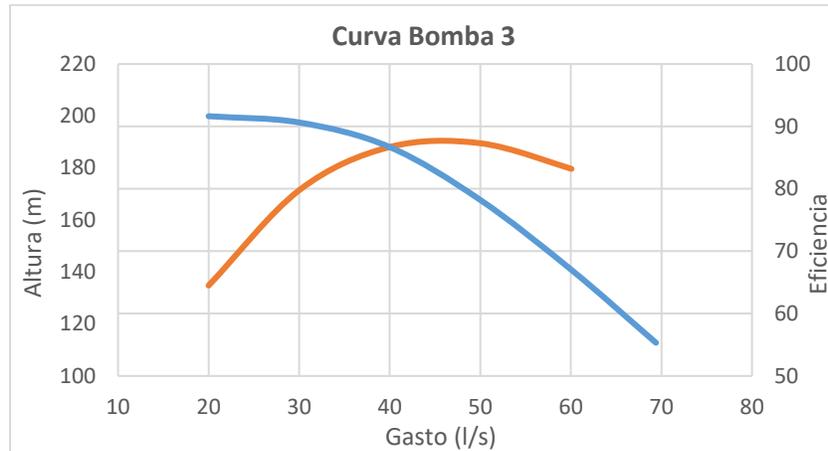
### 7.1 Inclusión del Pozo 3

Como se describe en el capítulo 2.7, existe un proyecto de la instalación de un tercer pozo (Ilustración 11), que tiene una capacidad de 50 l/s. Actualmente está instalado pero le falta la energía eléctrica y parte de la línea de conducción. El proyecto indica que el Pozo 3 alimentará a los tanques 1 y 2 al Tanque 1. Por lo que el pozo 1 se desconectará y quedará solamente para emergencias y mantenimiento. Además se recomienda que el pozo 2 alimente la zona sureste de la localidad, la cual está en crecimiento, así como la Universidad. En la Ilustración 124, se muestra la línea de conducción propuesta del Pozo 3 a los tanques 1 y 2, y la válvula donde con la que se cerraría el sector del pozo 2.



**Ilustración 124 Pozo 3, conducciones nuevas, y punto de cierre del sector del pozo 2.**

La cota del nivel dinámico del pozo 3 se desconoce, por lo que para su obtención se tomaron en cuenta los siguientes datos: se tiene un desnivel de 57 m, entre la parte alta del tanque 2 y la cota de terreno en el pozo 3; la cota del terreno en el pozo 3 es de 1973.99 msnm; para un gasto de 50 l/s, la bomba da una carga de 167.64 m. Con lo que se obtuvo una cota del nivel dinámico de 1870 msnm. En la Ilustración 125 se muestra la curva característica de la bomba instalada en el pozo 3.

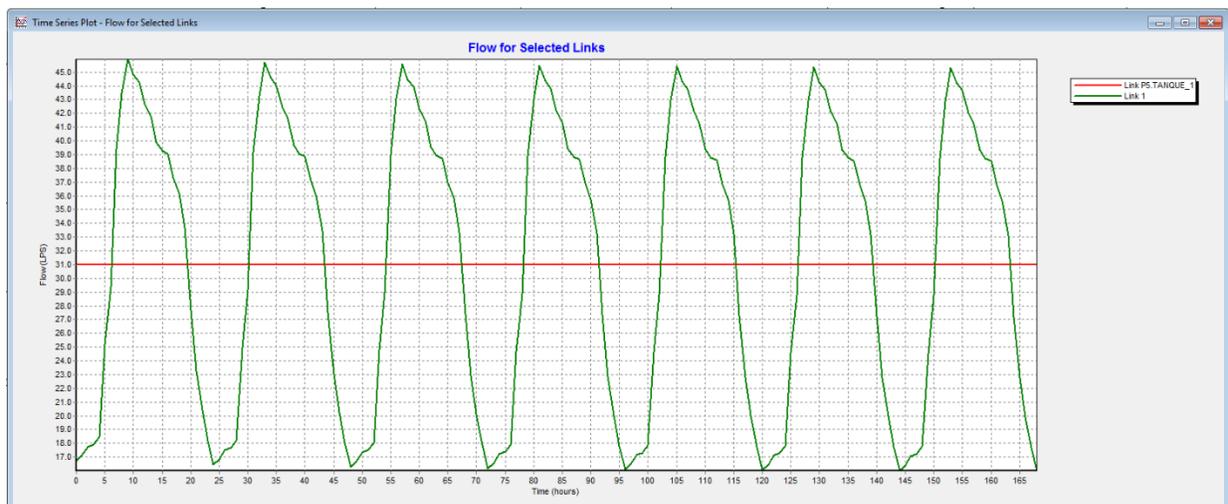


**Ilustración 125 Curva Característica de la bomba del Pozo 3.**

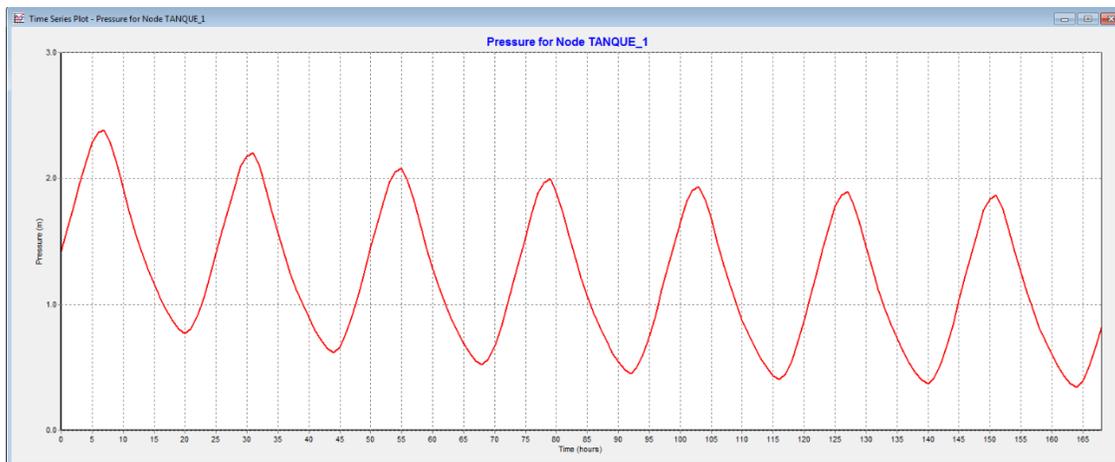
La conducción entre el Pozo 3 y le pozo 1 se consideró de 254 mm de diámetro y de PVC, de acuerdo al plano “LINEA DE CONDUCCIÓN DE POZO 3”, en el archivo ANAHUAC LINEA DE CONDUCCION POZO 3.dwg. Entre el pozo 1 y el Tanque 1, se utiliza la línea existente de 305 mm de diámetro y entre el Tanque 1 y el Tanque 2, una tubería de 254mm de diámetro y material de PVC.

## Resultados

Debido a que el tanque 1 se encuentra 10 metros por debajo del Tanque 2, se propone una válvula de control de caudal a la llegada del Tanque 1 para evitar un desequilibrio entre ambos tanques, de esta forma se establece un caudal de ingreso a tanque 1 de 35 l/s, tal como se muestra en la Ilustración 126. Esto permite una regulación en el tanque tal como se presenta en la Ilustración 127.

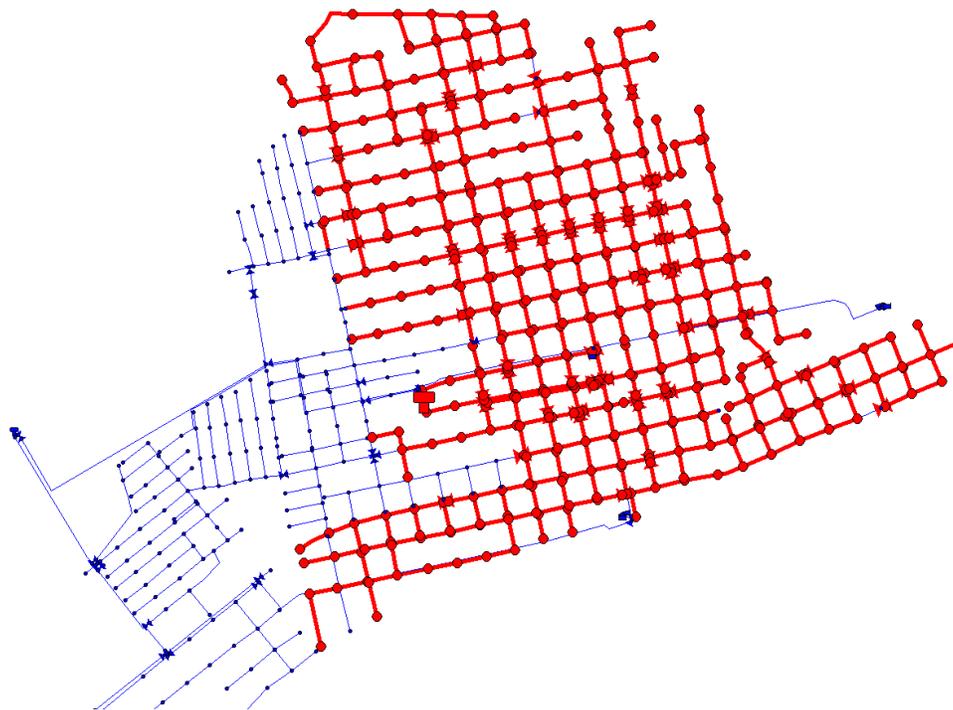


**Ilustración 126 Caudal de entrada y salida del Tanque 1 (168 horas).**



**Ilustración 127 Nivel en el Tanque 1 (168 horas).**

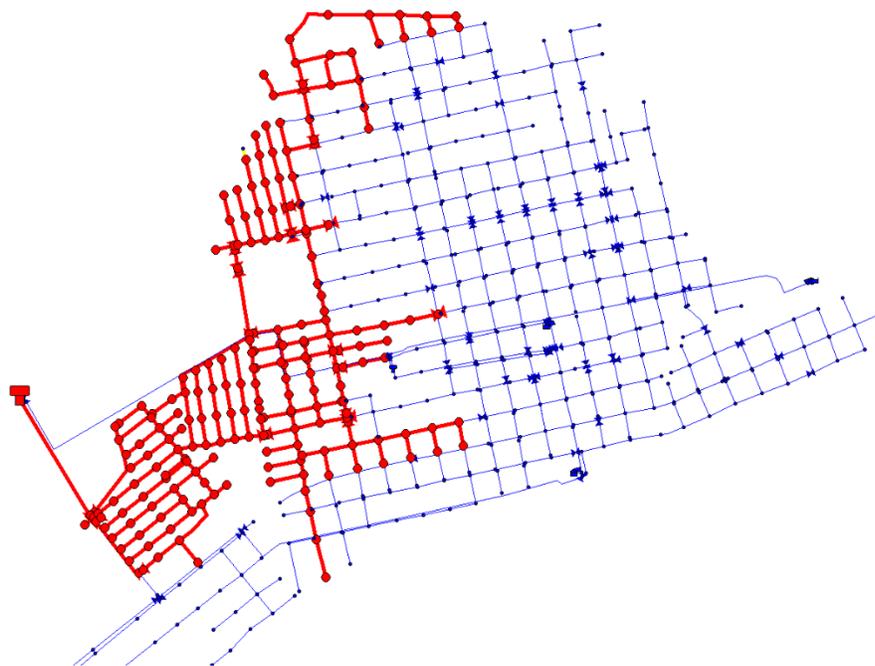
La zona de influencia del tanque 1 es como se muestra en la Ilustración 128.



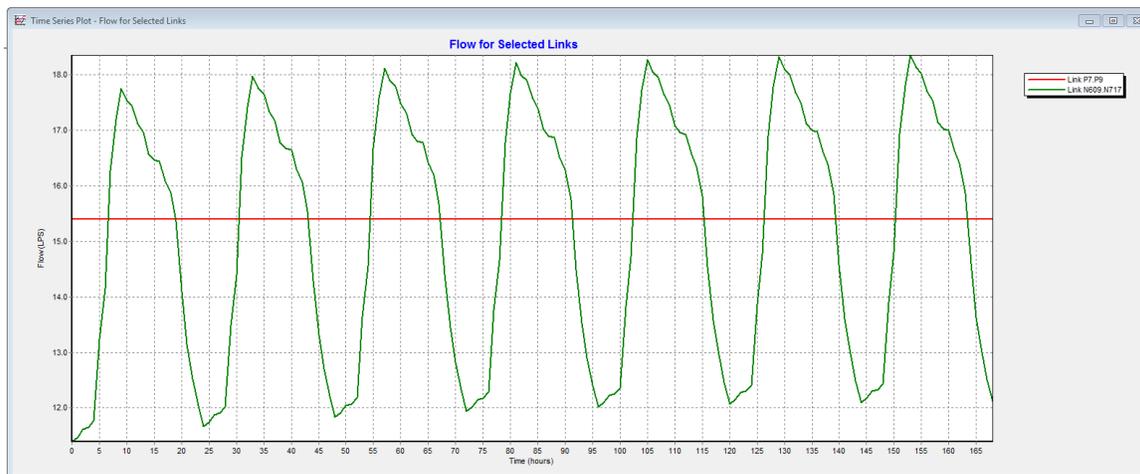
**Ilustración 128 Zona de influencia del Tanque 1 (nodos rojos).**

La zona de influencia del Tanque 2 se muestra en la Ilustración 129 y corresponde a un caudal medio de 14 l/s. Para estabilizar el sistema fue necesario colocar una válvula de control de caudal a la llegada del Tanque 2, con un caudal de entrada de 15.4 l/s. El caudal de entrada y

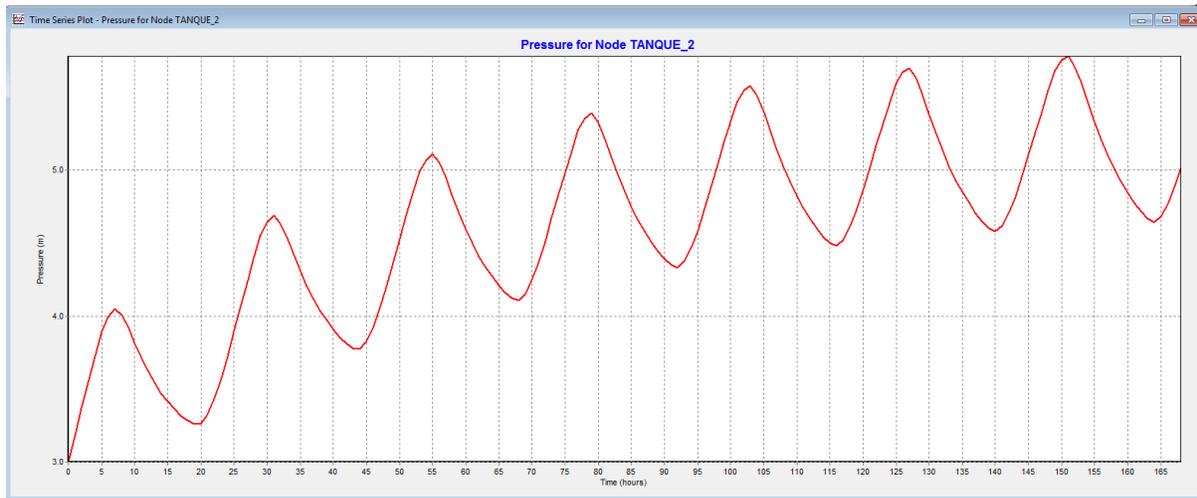
salida al Tanque 2 se presenta en la Ilustración 130 y la regulación del tanque es como se muestra en la Ilustración 131.



**Ilustración 129 Zona de influencia del Tanque 2.**

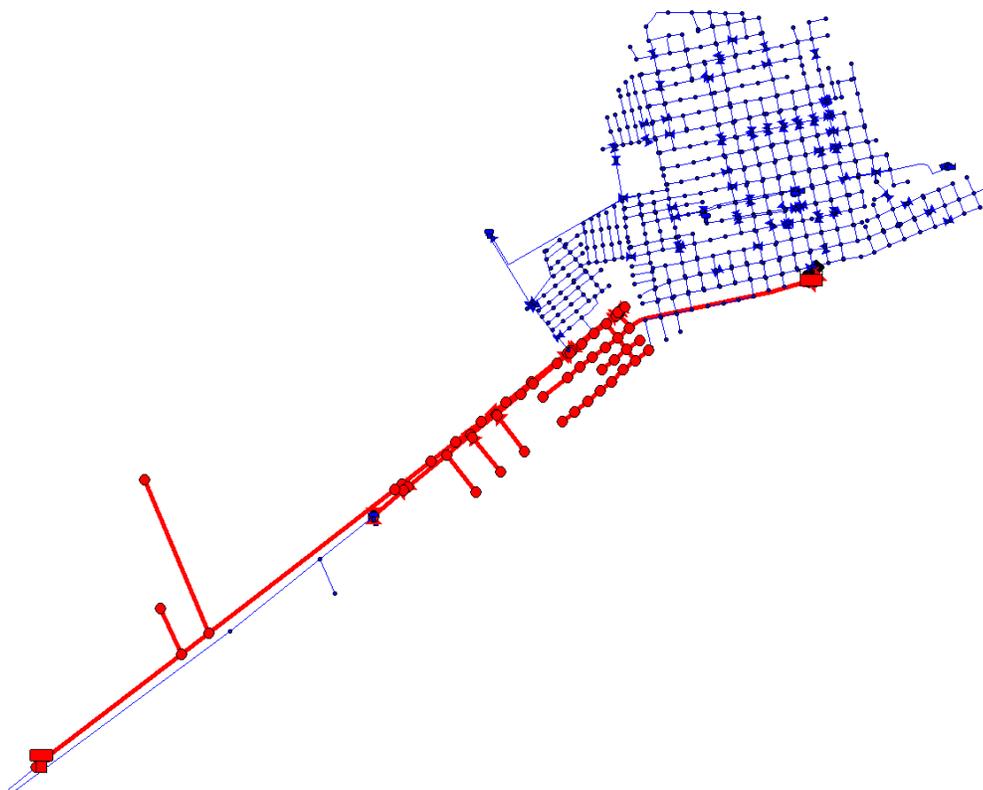


**Ilustración 130 Caudal de entrada y salida del Tanque 2 (168 horas).**

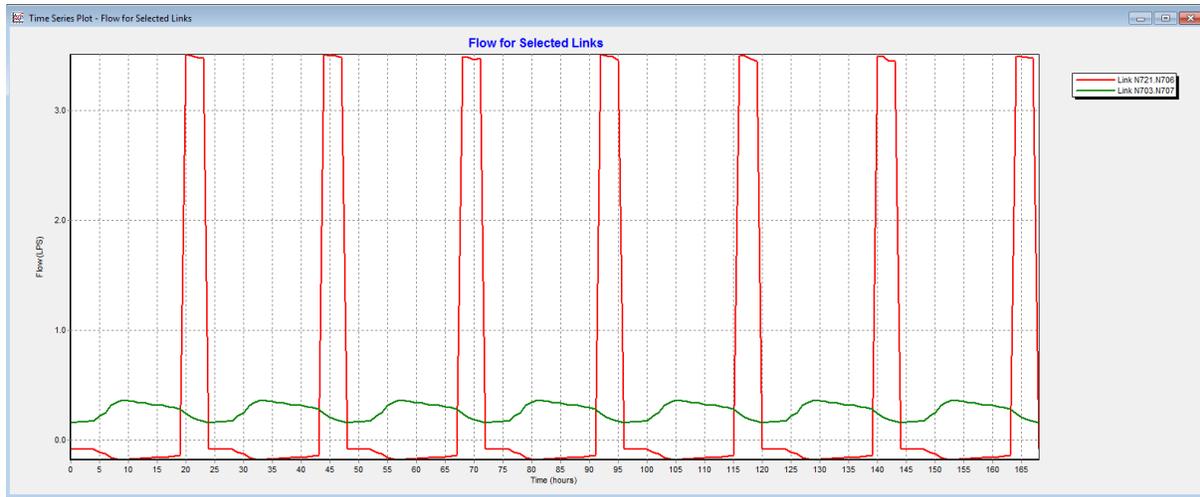


**Ilustración 131 Nivel en el Tanque 2 (168 horas).**

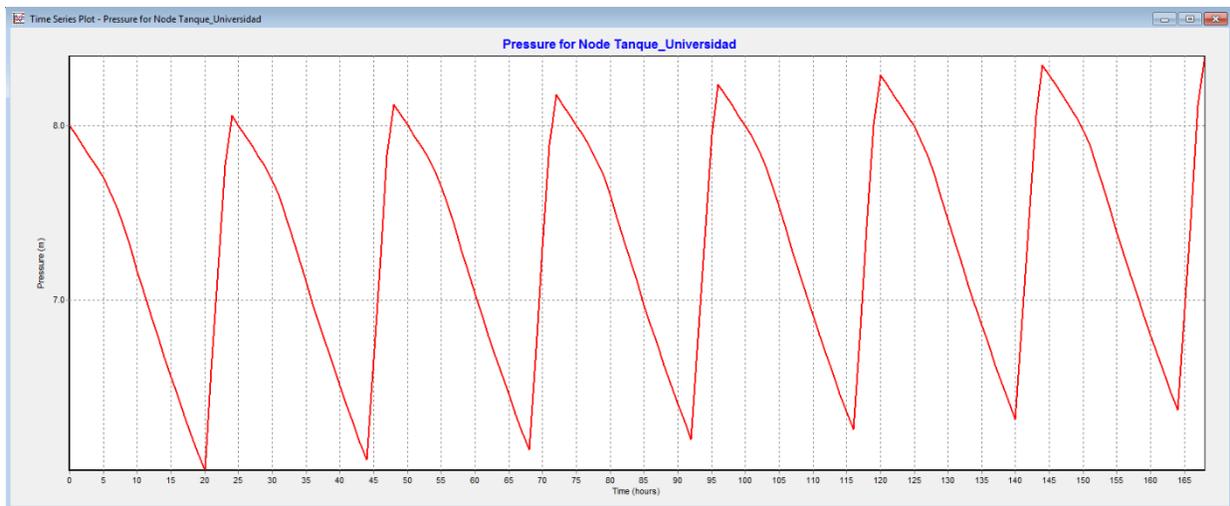
Para el sector del Pozo 2, en la Ilustración 132 se muestra la zona de influencia, que incluye el rebombeo y el Tanque Universidad. El caudal de entrada y salida al Tanque 2 se presenta en la Ilustración 133 y la regulación del tanque es como se muestra en la Ilustración 134.



**Ilustración 132 Zona de influencia del Pozo 2.**



**Ilustración 133 Caudal de entrada y salida del Tanque Universidad (168 horas).**



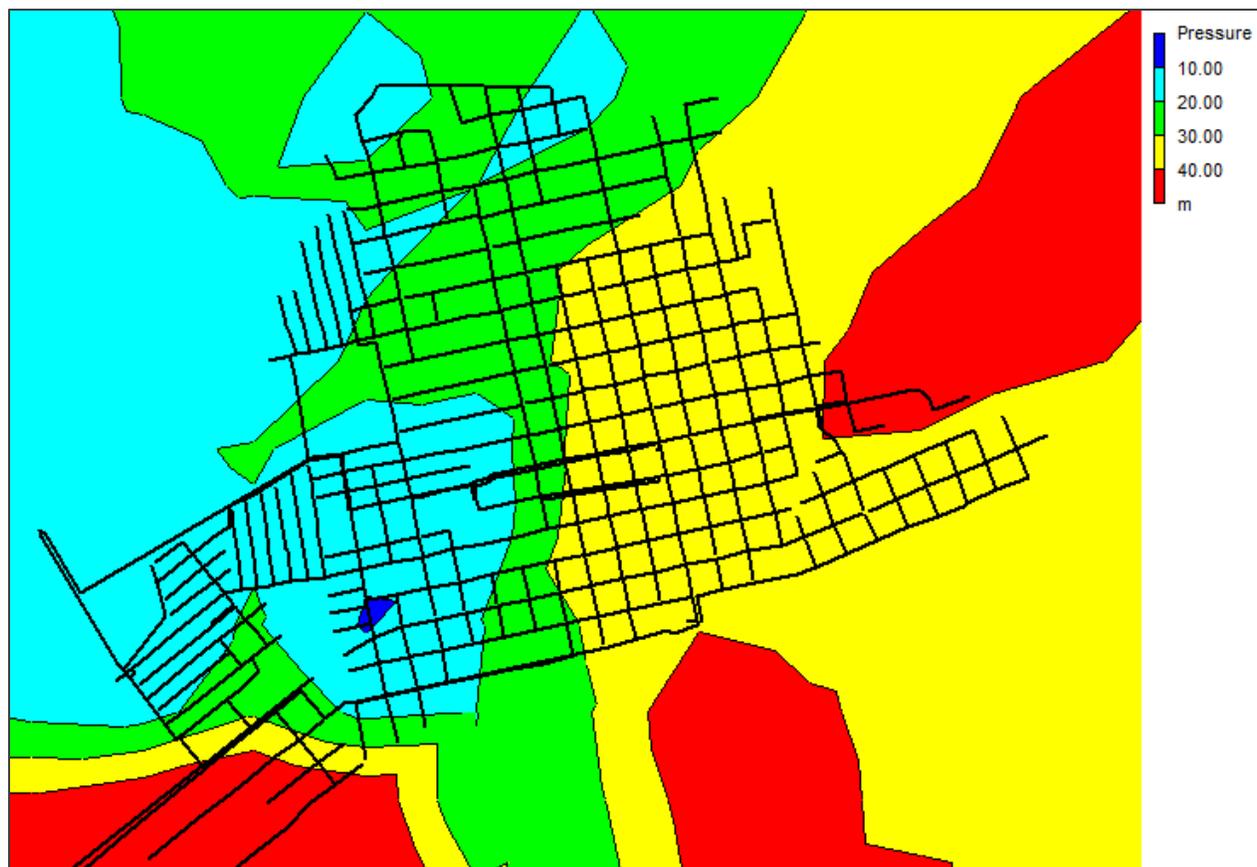
**Ilustración 134 Nivel en el Tanque Universidad (168 horas).**

## Conclusiones

El pozo 3 es suficiente para alimentar las zonas de influencia de los tanques 1 y 2, con lo que el pozo 1 saldría de operación y quedaría para emergencias y mantenimiento; y el pozo 2 alimentaría la zona sureste de la localidad, en la que se encuentra un rebombear que alimenta al tanque Universidad, esto permitirá además aumentar la disponibilidad para las zonas de crecimiento y nuevos desarrollos, tomando en cuenta que el pozo 2 tiene un potencial de 28 l/s. Esta configuración entraría funcionando previo a la sectorización de la red.

Con respecto a la red atendida por los Tanques 1 y 2, se tiene una distribución de presiones como se muestra en la Ilustración 135, donde la parte sureste tiene cargas mayores a los 35

metros, por lo cual en esta área de la red se tiene el potencial para sectorizar y controlar la presión.

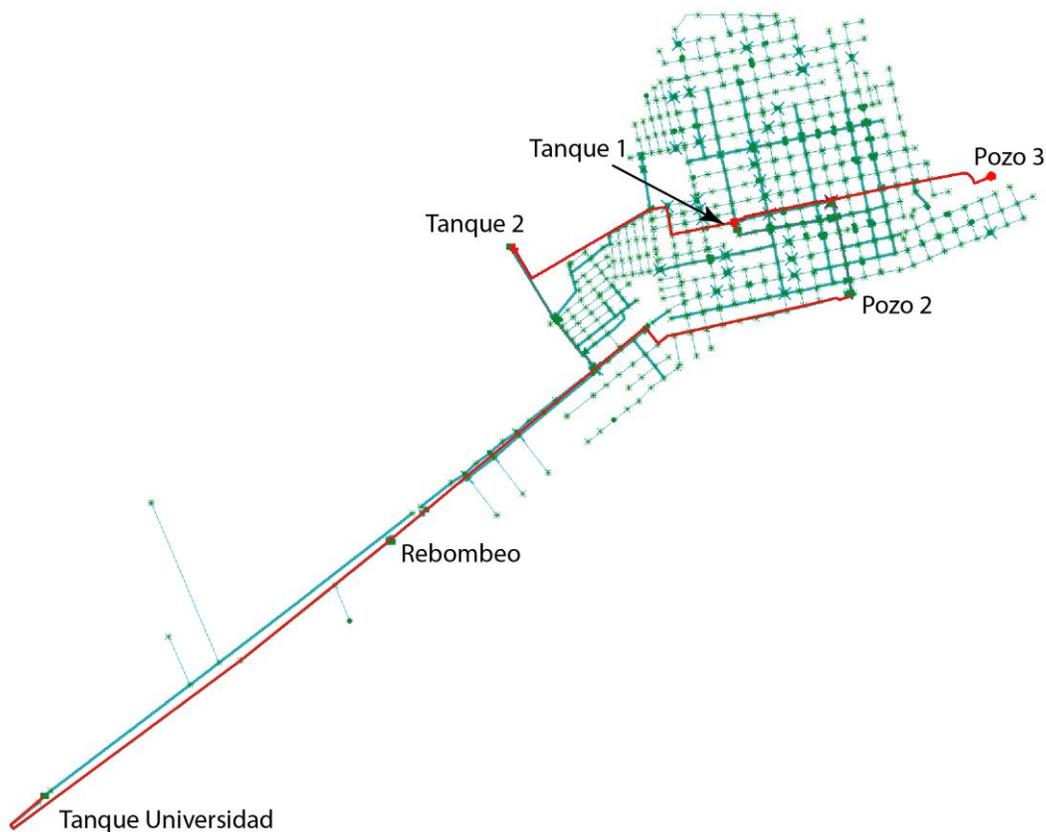


**Ilustración 135 Distribución de presiones.**

## 7.2 Sectores

La propuesta de la formación de sectores, se realizó partiendo de la inclusión del Pozo 3, como se describe en el subcapítulo anterior, que sería la primer etapa, en la que el pozo 3 suministra al Tanque 1 y al tanque 2 y el pozo 2 a la zona de crecimiento que incluye el rebombeo al tanque Universidad, tal como se muestra en la Ilustración 136.

El propósito de la sectorización será cambiar la manera de distribuir el agua para disminuir las pérdidas físicas en la red, pero manteniendo un servicio continuo. Para ello se pretende instrumentar los distritos hidrométricos de tal manera que se tenga un control de la presión de entrada a cada uno, buscando una distribución de presiones en la red dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de  $\pm 5$  metros.



**Ilustración 136 Fuentes de abastecimiento**

### **7.2.1 Criterios para la sectorización e instrumentación de la zona de influencia Sacramento Norte**

Para sectorizar e instrumentar la red de distribución se deben considerar las siguientes características.

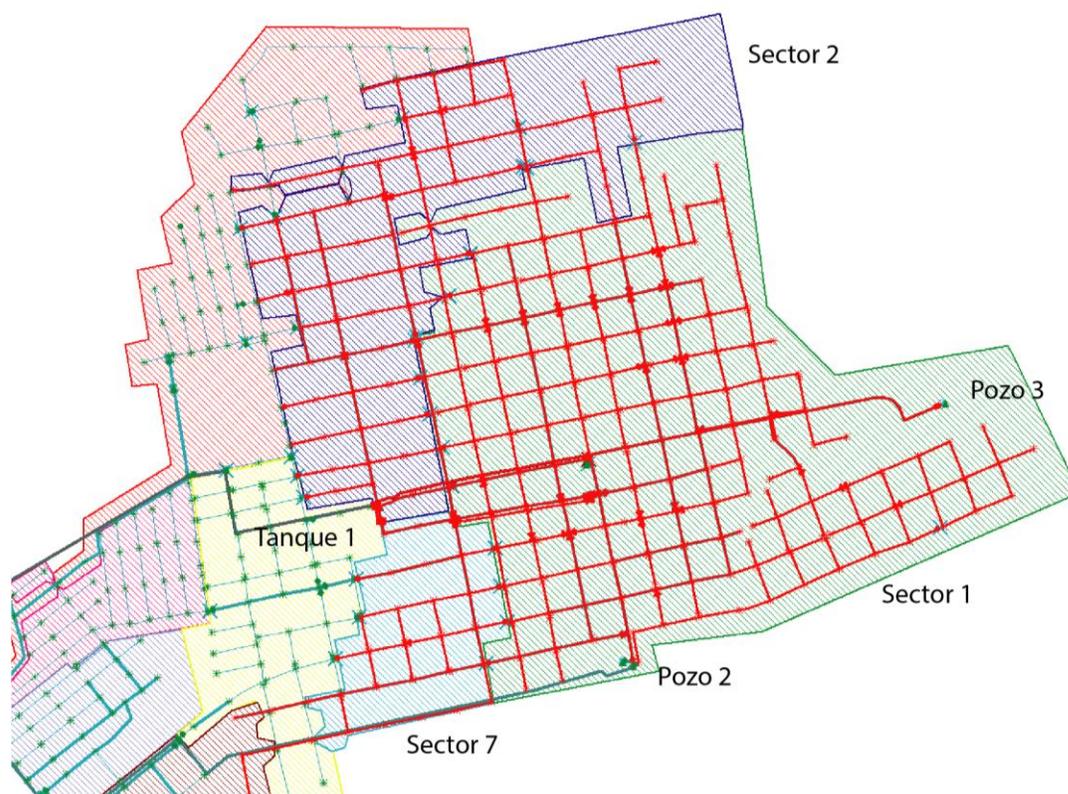
1. Servicio continuo. El principal objetivo de cambiar la forma de operación de la red de distribución de agua potable debe ser mejorar el servicio que reciben los usuarios, por tanto los trabajos se deben encaminar para lograr un servicio continuo, constante y con calidad apegada a normatividad.
2. Topografía regular. Para mantener una carga de al menos 10 metros en toda la red y un máximo de 20 metros, se debe seleccionar un área de influencia con topografía regular, es decir, que entre el punto más alto y más bajo no exista una diferencia mayor a 10 metros. Por supuesto, de presentarse mayores diferencias topográficas se deberá considerar dispositivos de control de presión.
3. Suministro unitario a sectores. Para un adecuado control cada sector hidrométrico debe ser alimentado desde un solo punto, por lo que en la sectorización se garantizara el completo aislamiento de la red y un solo punto de ingreso al mismo

4. Control de presiones. Se debe enfatizar que el control al ingreso de cualquier sector es de presión y no de caudal, de acuerdo con la propuesta establecida, se buscará que la diferencia entre la presión más alta y la presión más baja dentro de un mismo distrito sea la mínima posible.

Por tanto, estableciendo un equilibrio entre la condición inicial y las alternativas planteadas se presenta la propuesta de sectorización de la zona Sacramento Norte con instrumentación para control de presiones.

### 7.2.2 Descripción general de la sectorización

El tanque 1 suministrará agua a los sectores: 1, 7 y 2, tal como se muestra en la Ilustración 137.

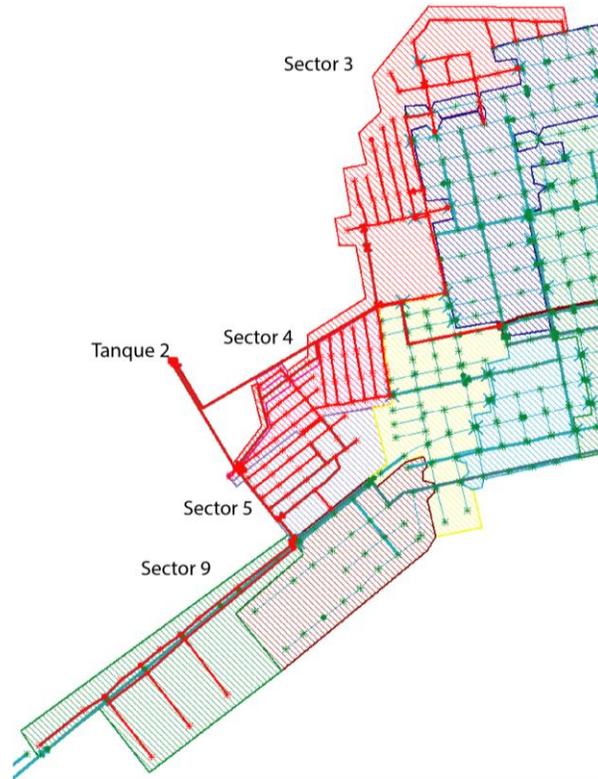


**Ilustración 137 Zona de influencia del tanque 1**

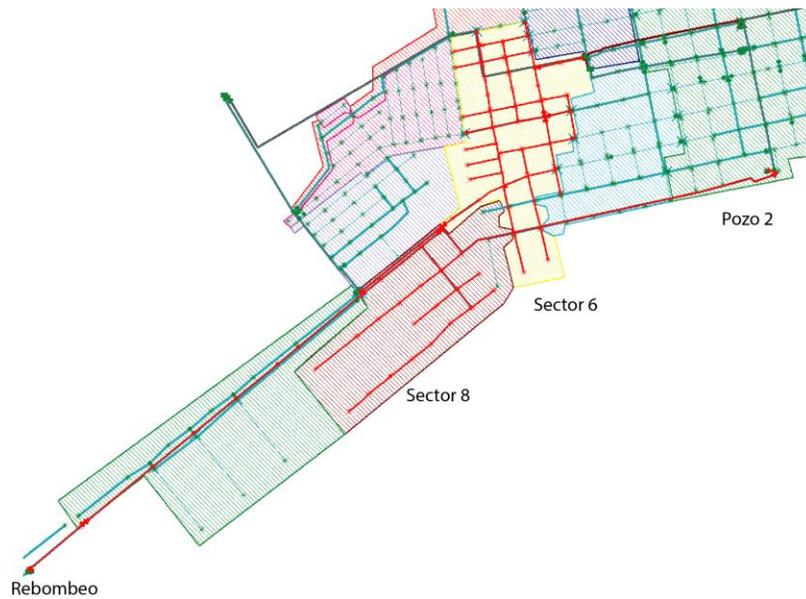
Por su parte el Tanque 2 dará servicio a los sectores 3, 4, 5 y 9, tal como se muestra en la Ilustración 138.

En el caso de los sectores 6 y 8 se recomienda que sean suministrados desde el pozo 2, tal como se presenta en la Ilustración 139.

Esta propuesta considera instrumentar 9 puntos de control para garantizar el intervalo de presiones de 10 a 20 metros en toda la red.



**Ilustración 138 Alimentación a sectores desde el Tanque 2.**



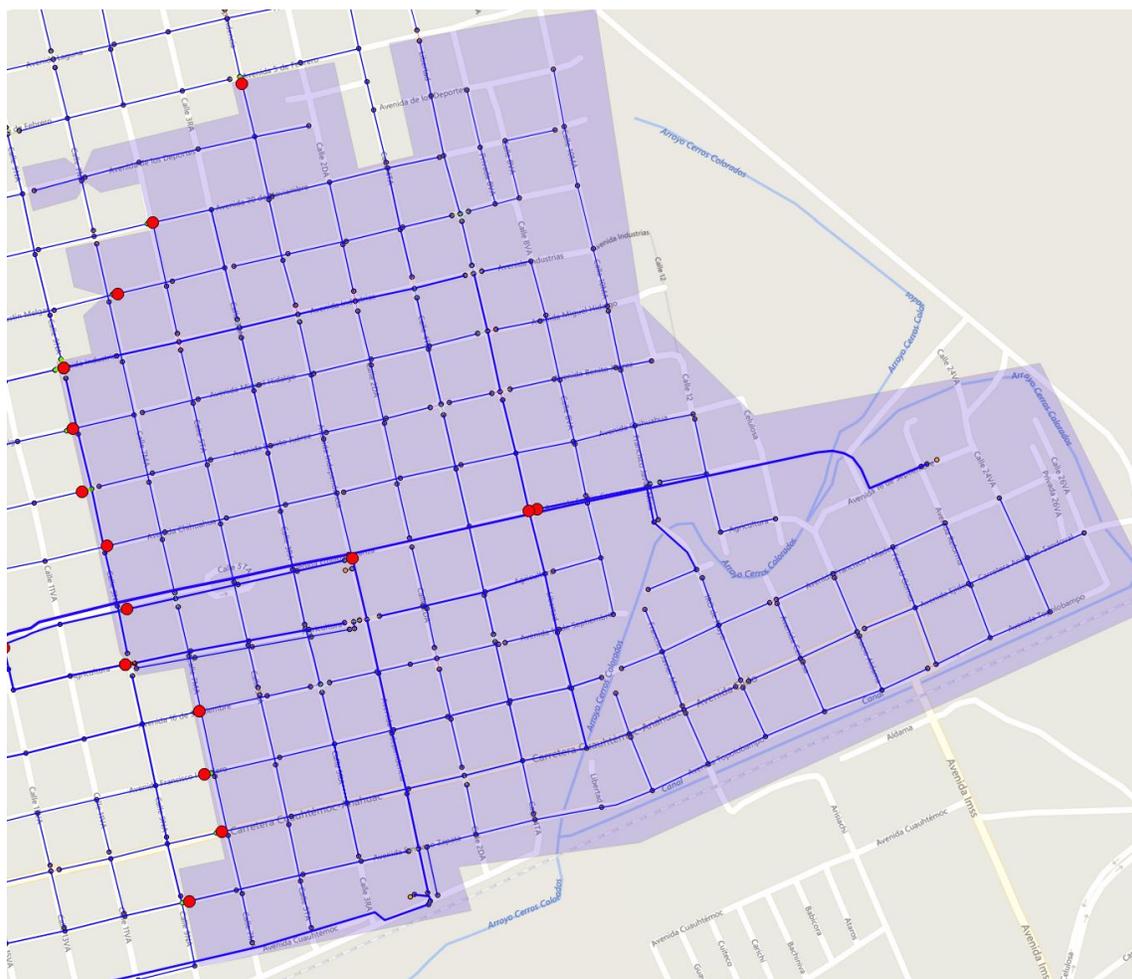
**Ilustración 139 Sectores del pozo 2.**

## Sector 1

El criterio para definir la zona de influencia 1 contempla lo siguiente:

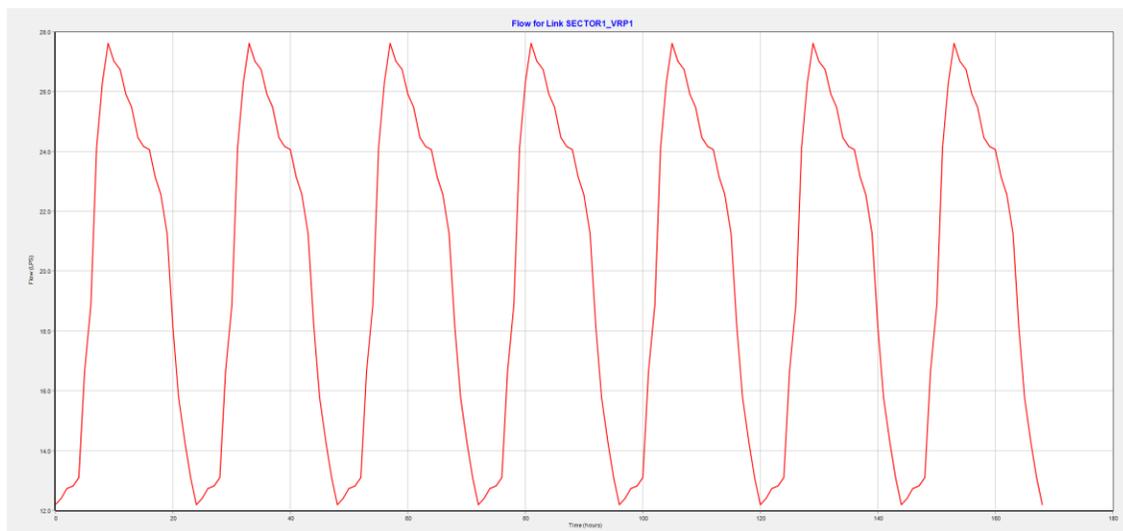
1. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados
2. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
3. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de  $\pm 5$  metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 1584 predios (Ilustración 140) que corresponden a un caudal medio de 18.77 l/s.

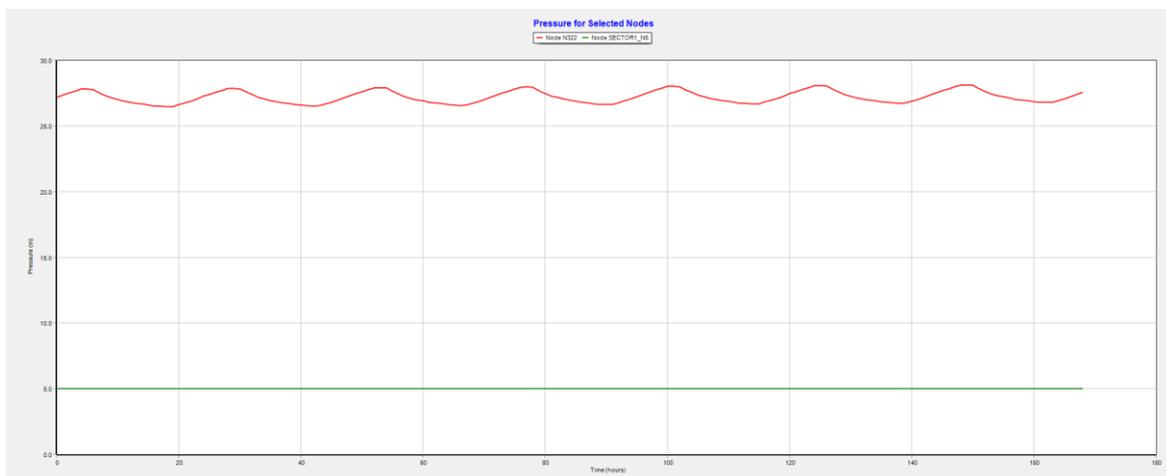


**Ilustración 140 Sector 1.**

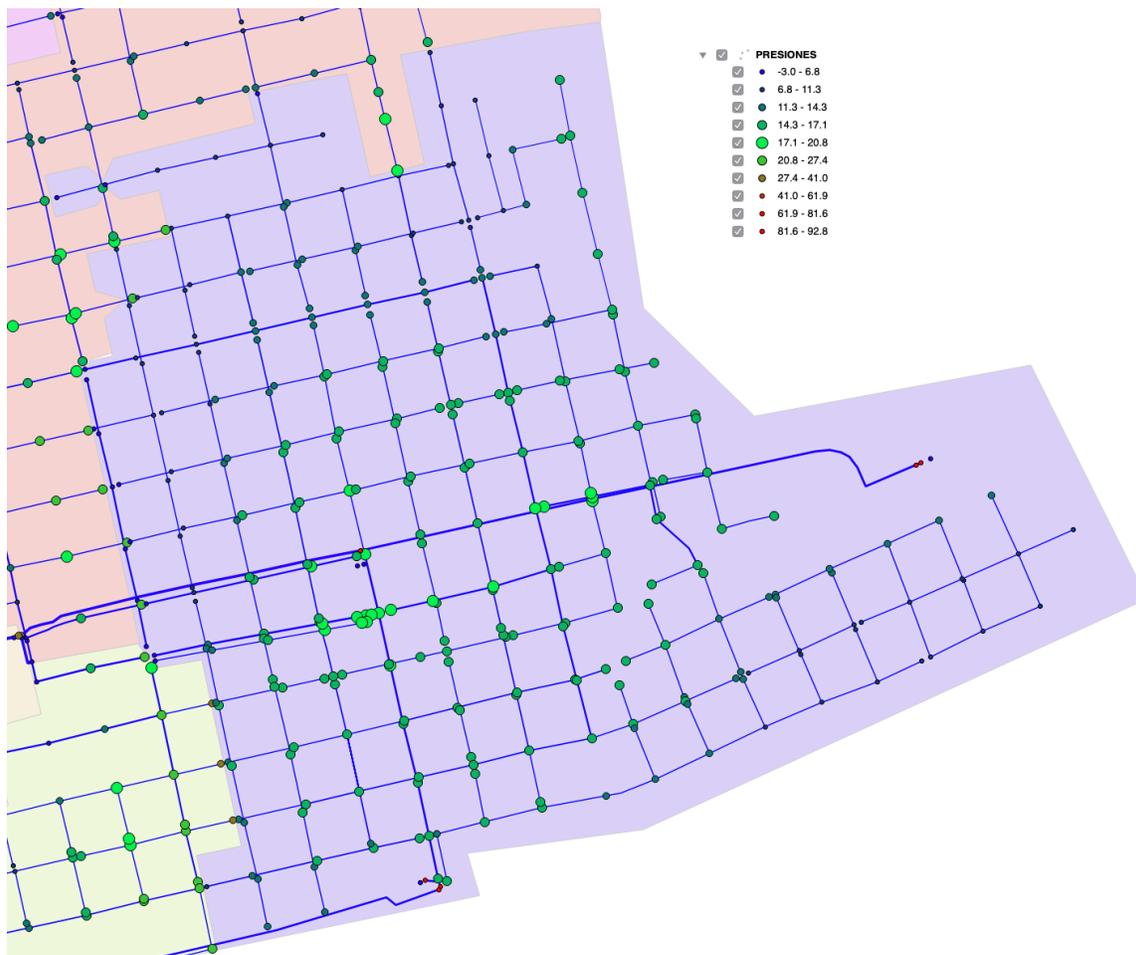
La Ilustración 141 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 12.05 L/s y Máximo de 27 l/s, la presión previa a la VRP es de 27 metros, tal como se muestra en la Ilustración 142; con la VRP se mantiene la presión al ingreso del DH en 5 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 143.



**Ilustración 141 Caudal del ingreso al DH1.**



**Ilustración 142 Diferencia de presión en la VRP del DH1.**



**Ilustración 143 Distribución de presiones en el DH 1**

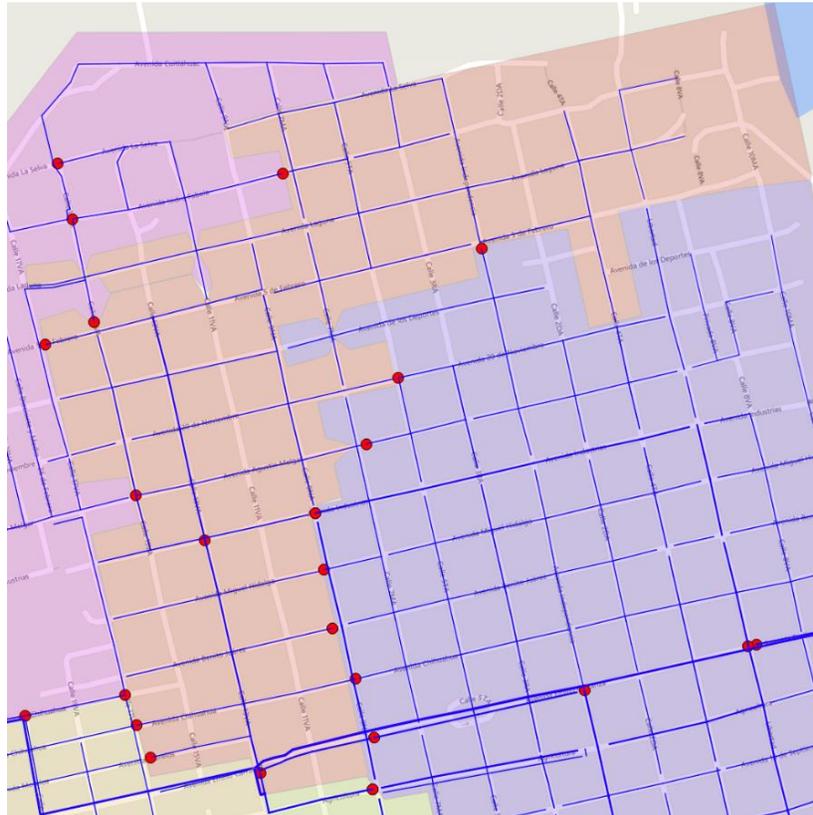
Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 1 se deben instalar 14 válvulas de seccionamiento, así como colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso del sector.

## Sector 2

El criterio para definir la zona de influencia 2 contempla lo siguiente:

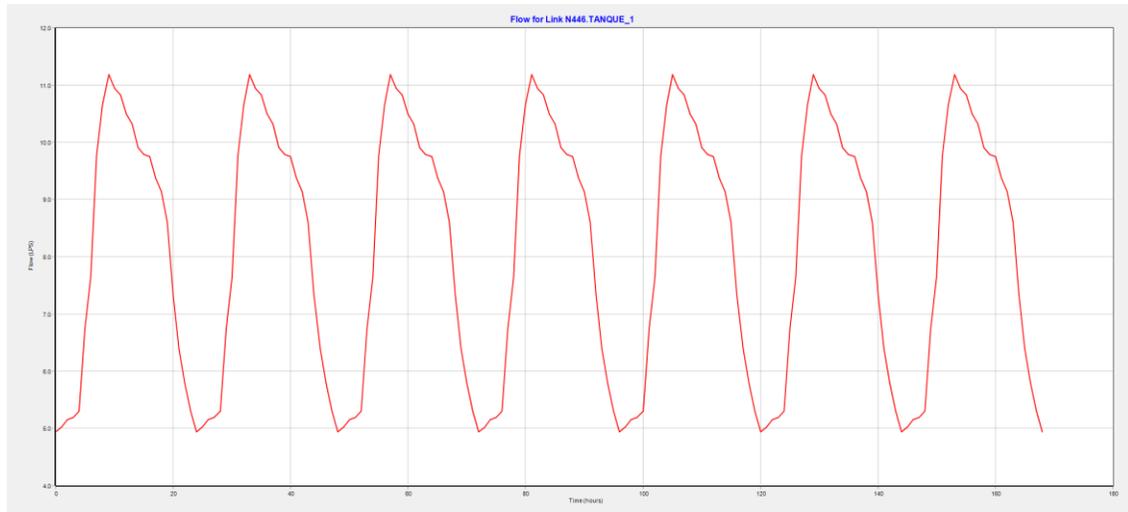
4. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados
5. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
6. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de  $\pm 5$  metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 761 predios (Ilustración 144) que corresponden a un caudal medio de 9.02 l/s.

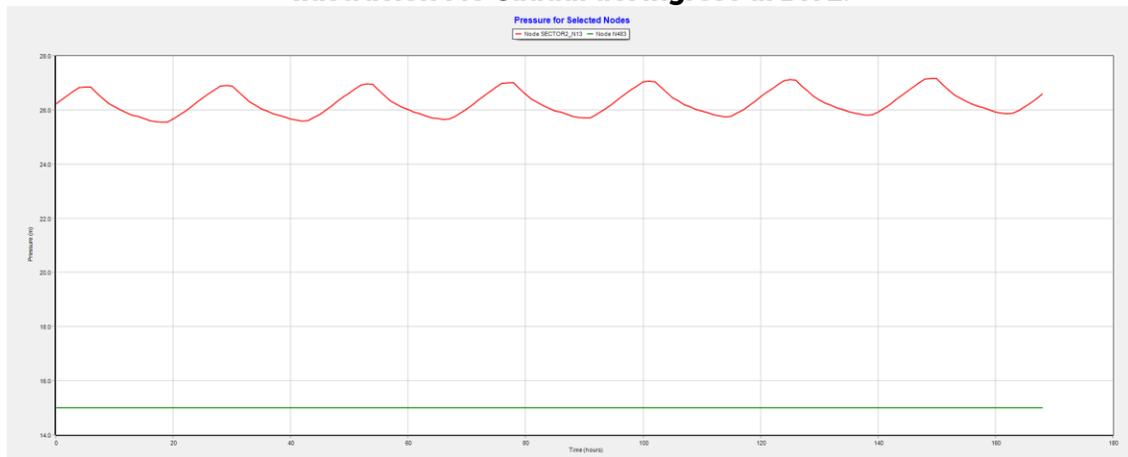


**Ilustración 144 Sector 2**

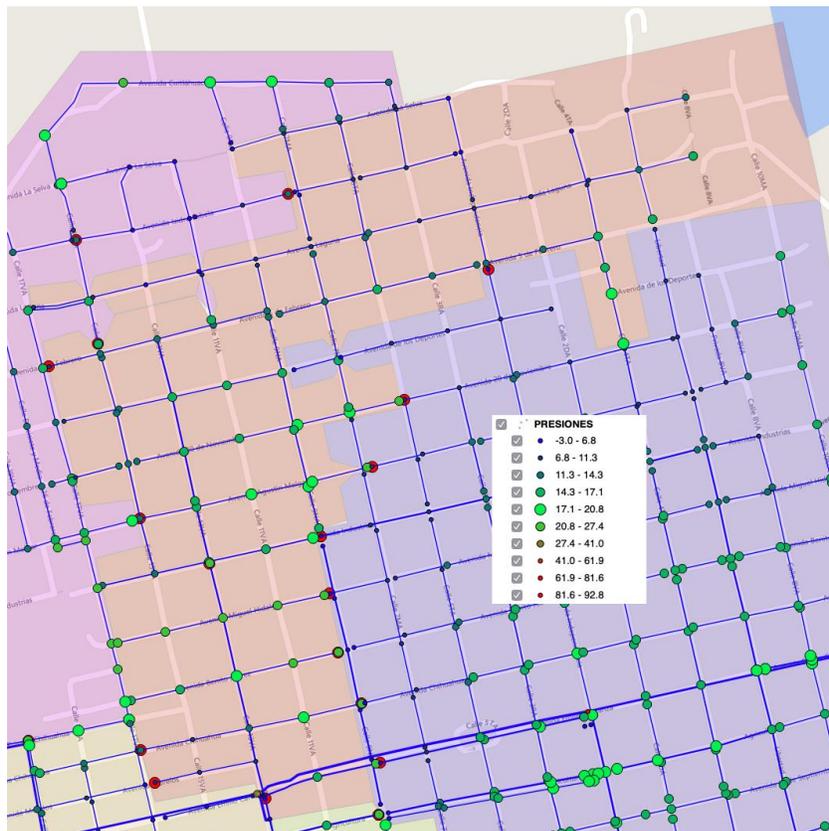
La Ilustración 145 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 5 l/s y Máximo de 11.5 l/s, la presión previa a la VRP es de 26 metros, tal como se muestra en la Ilustración 146; con la VRP se mantiene la presión al ingreso del DH en 15 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 143.



**Ilustración 145 Caudal del ingreso al DH 2.**



**Ilustración 146 Diferencia de presión en la VRP del DH 2.**



**Ilustración 147 Distribución de presiones en el DH 2.**

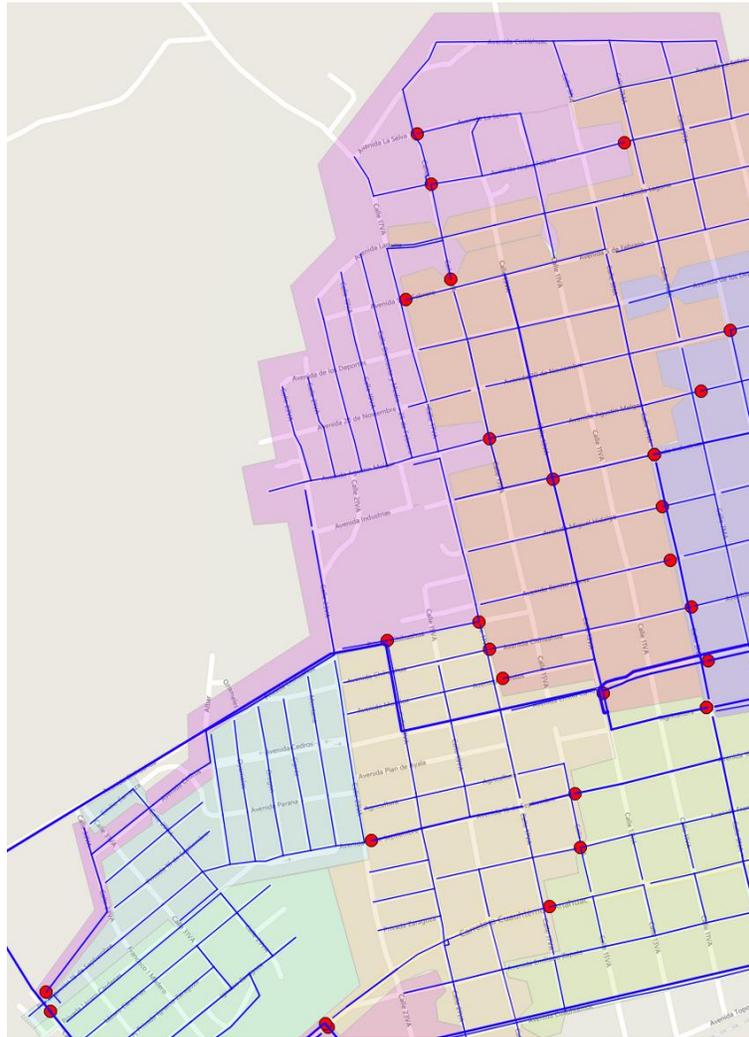
Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 2 se deben instalar 4 válvulas de seccionamiento, así como colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso del sector.

### **Sector 3**

El criterio para definir la zona de influencia 3 contempla lo siguiente:

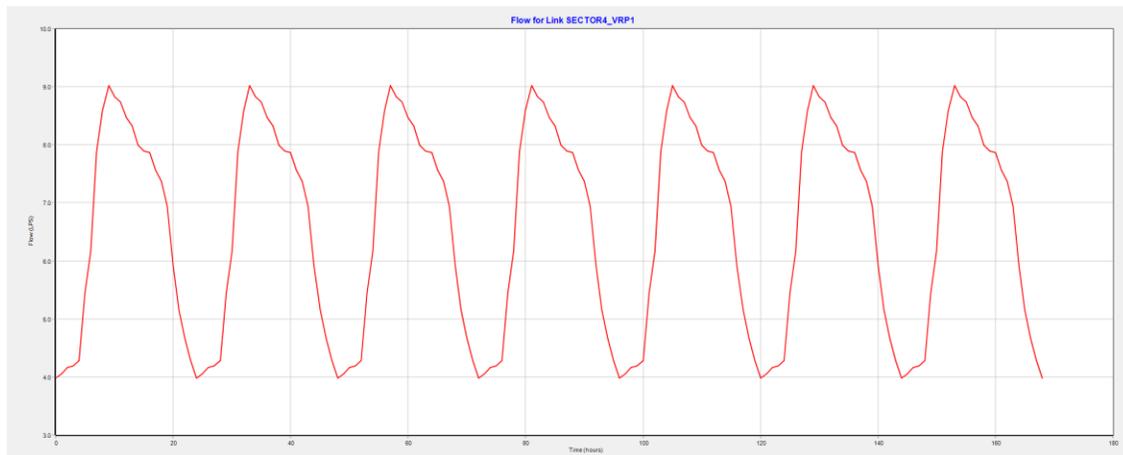
7. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados
8. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
9. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de +- 5 metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 517 predios (Ilustración 148) que corresponden a un caudal medio de 6.12 l/s.

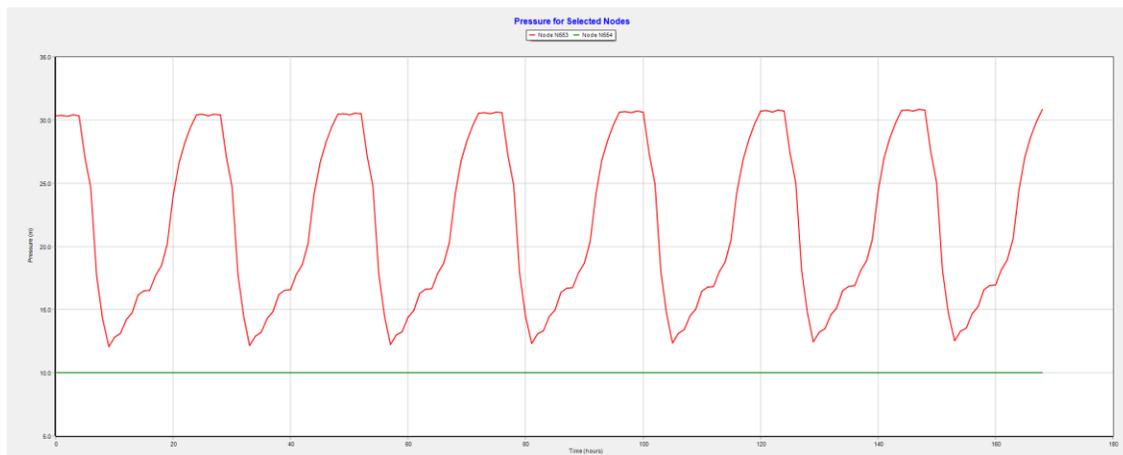


**Ilustración 148 Sector 3.**

La Ilustración 149 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 5 L/s y Máximo de 11.5 L/s, la presión previa a la VRP es de 26 metros, tal como se muestra en la Ilustración 150; con la VRP en la parte baja del sector se mantiene la presión al ingreso del DH en 10 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 151.

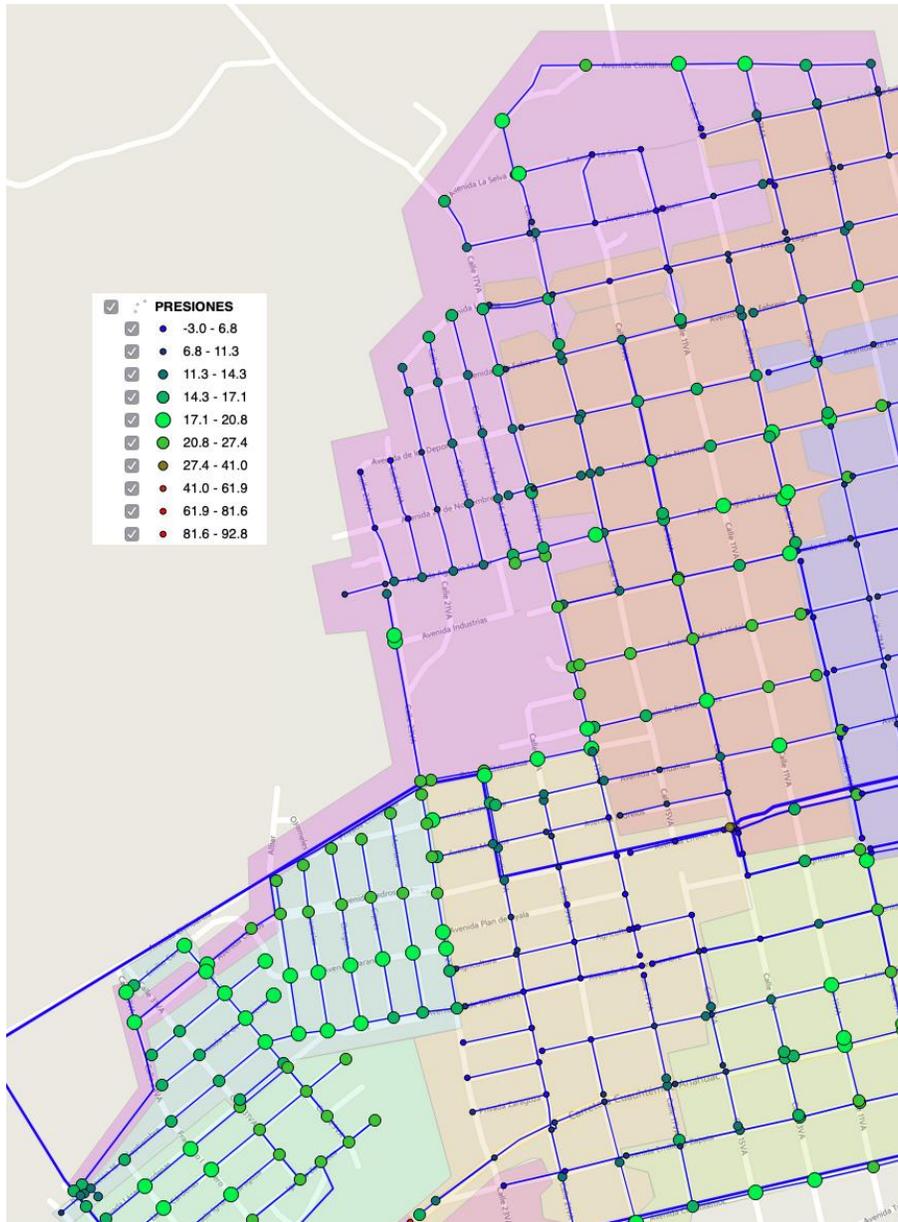


**Ilustración 149 Caudal del ingreso al DH 3.**



**Ilustración 150 Diferencia de presión en la VRP2 del DH 3.**

Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 3 se deben instalar 3 válvulas de seccionamiento, así como colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso y en la parte baja del sector.



**Ilustración 151 Distribución de presiones en el DH 3.**

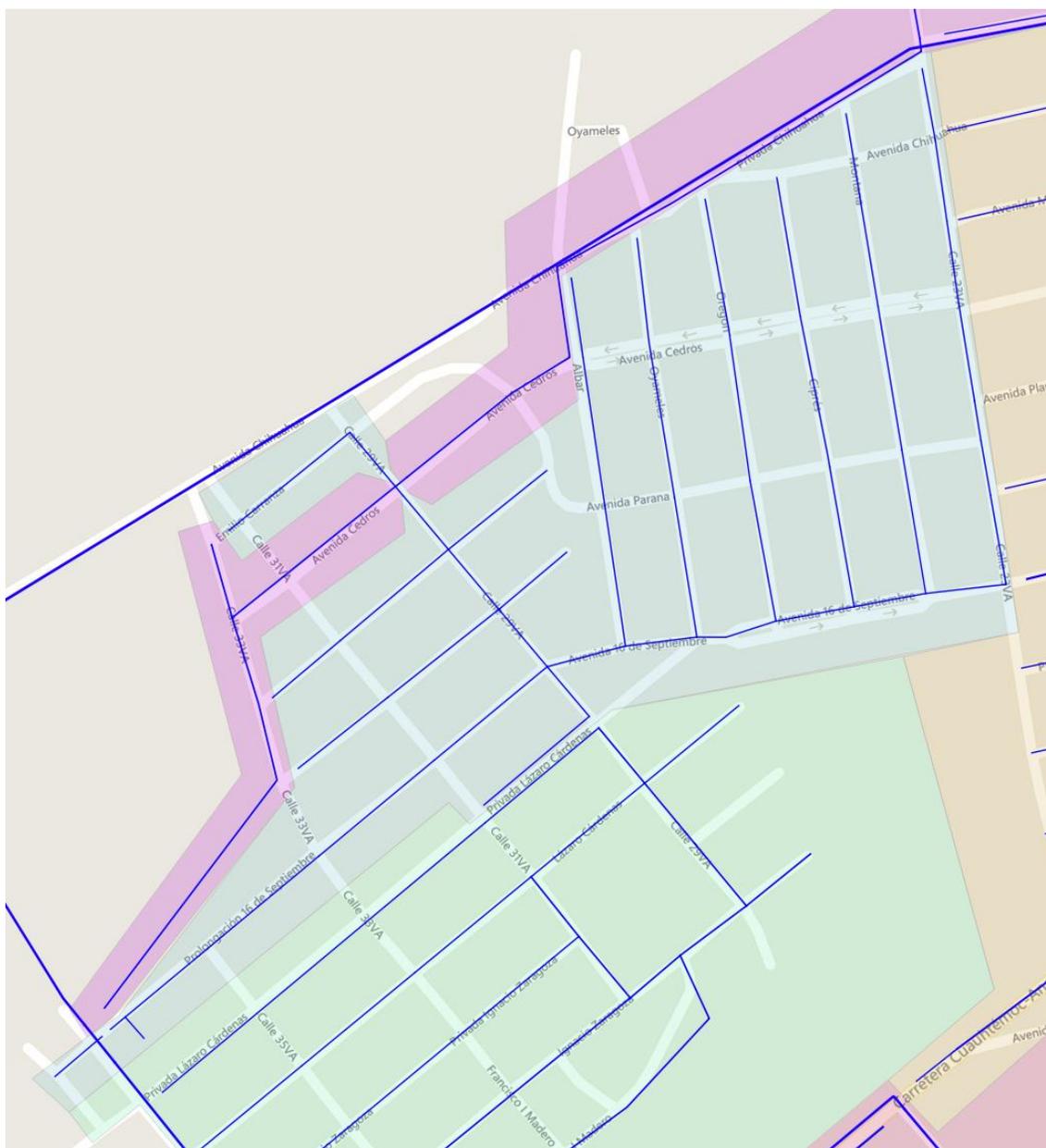
#### Sector 4

El criterio para definir la zona de influencia 4 contempla lo siguiente:

10. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados

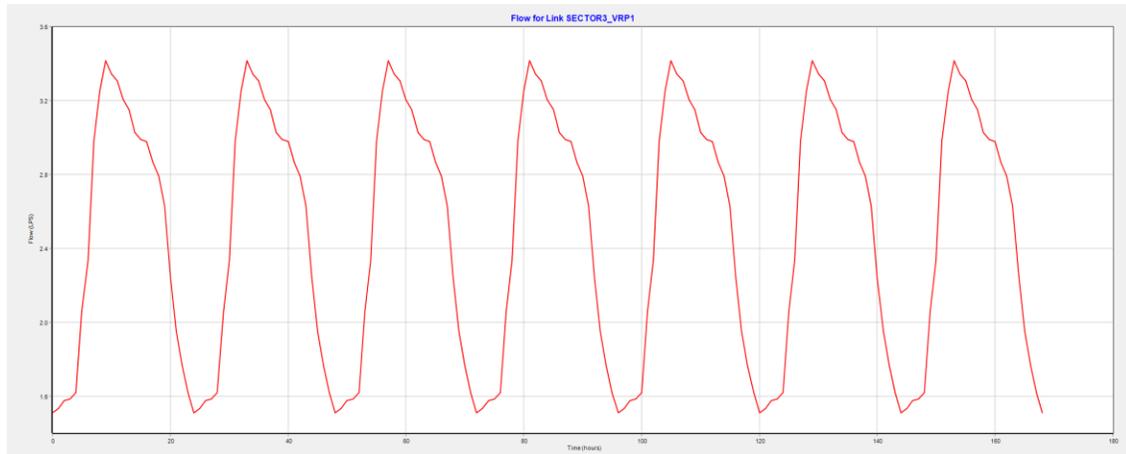
11. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
12. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de +- 5 metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 209 predios Ilustración 152) que corresponden a un caudal medio de 2.47 l/s.

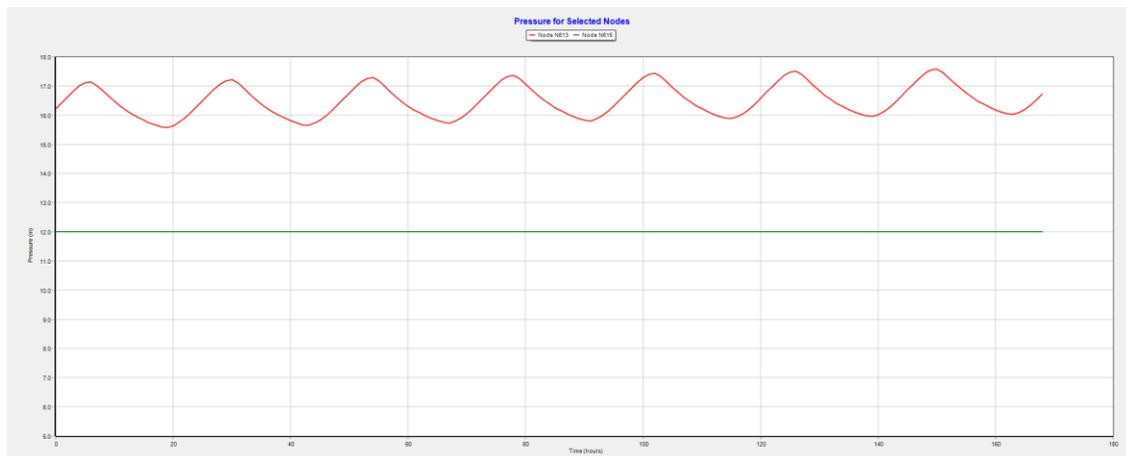


**Ilustración 152 Sector 4**

La Ilustración 153 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 1.5 l/s y Máximo de 3.6 l/s, la presión previa a la VRP es de 16 metros, tal como se muestra en la Ilustración 154; con la VRP se mantiene la presión al ingreso del DH en 12 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 155.

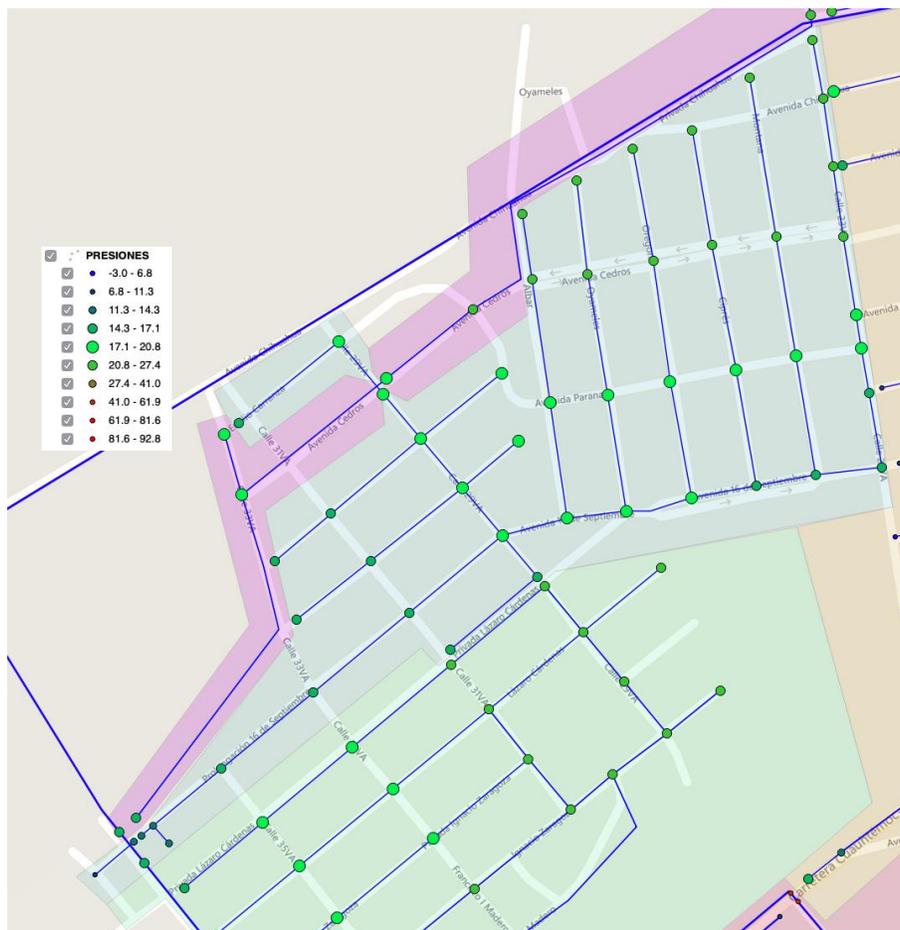


**Ilustración 153 Caudal del ingreso al DH 4.**



**Ilustración 154 Diferencia de presión en la VRP del DH 4.**

Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 4 solo se debe colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso del sector.



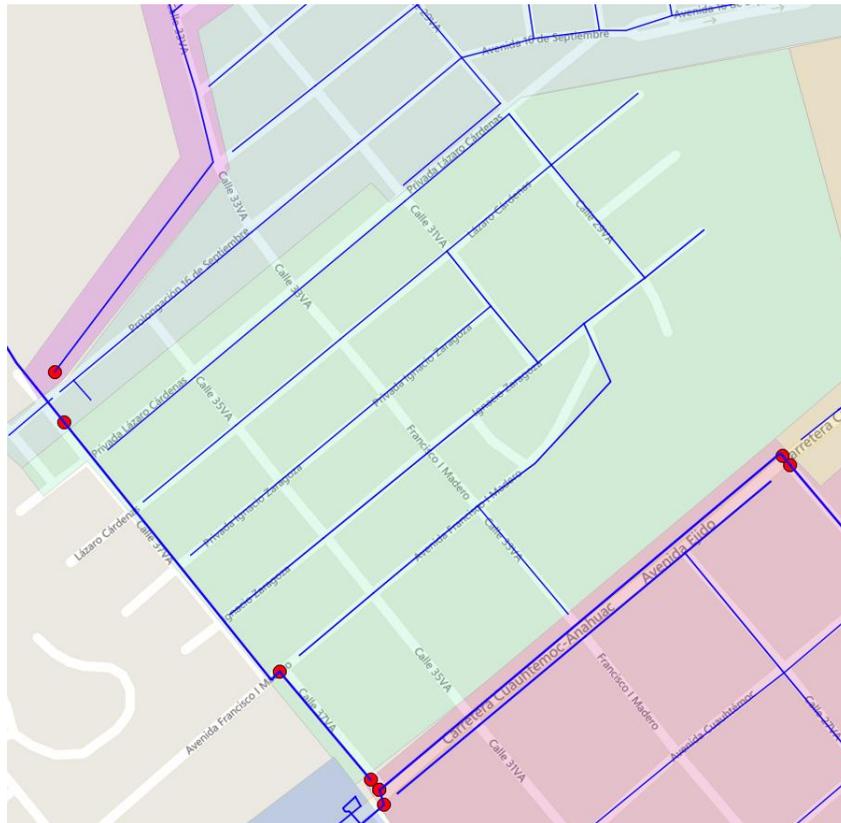
**Ilustración 155 Distribución de presiones en el DH 4**

## Sector 5

El criterio para definir la zona de influencia 5 contempla lo siguiente:

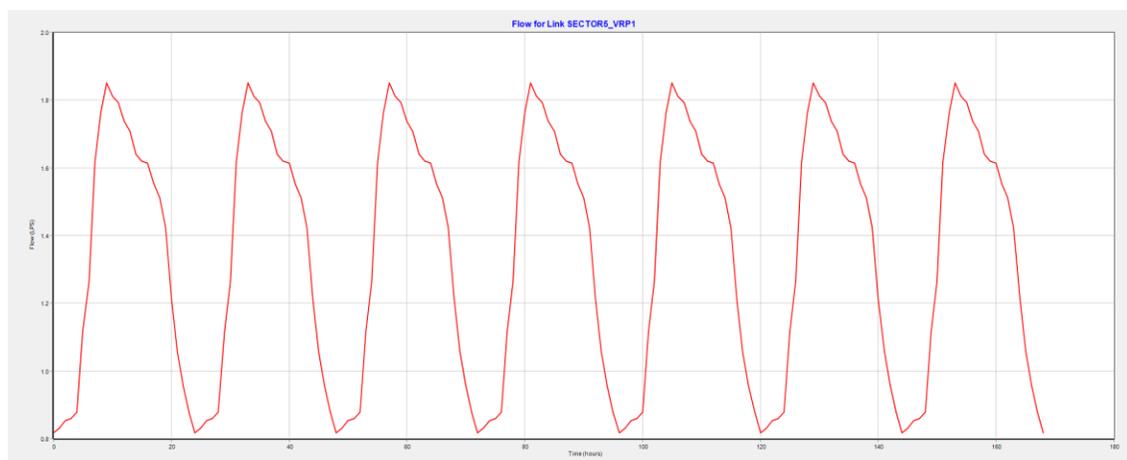
13. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados
14. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
15. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de +/- 5 metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 164 predios (Ilustración 156) que corresponden a un caudal medio de 1.94 l/s.

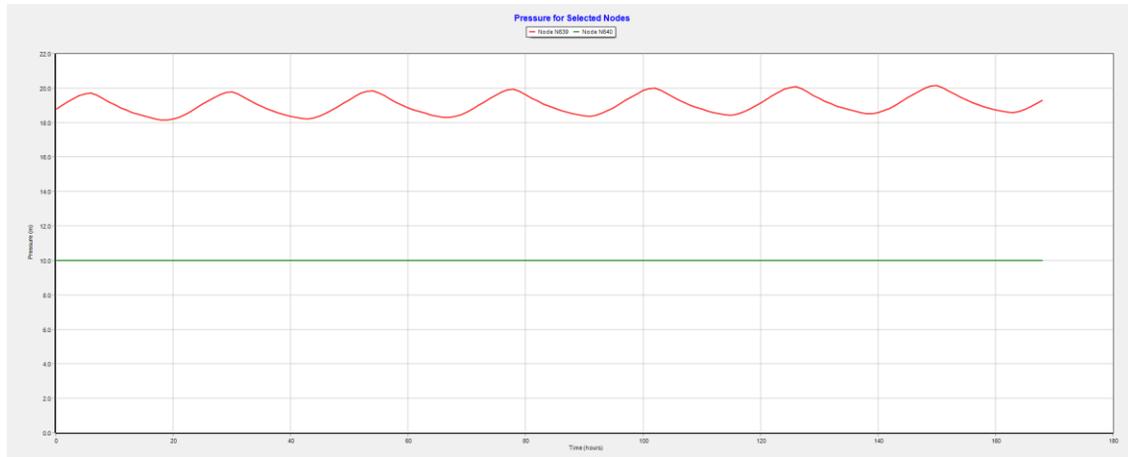


**Ilustración 156 Sector 5.**

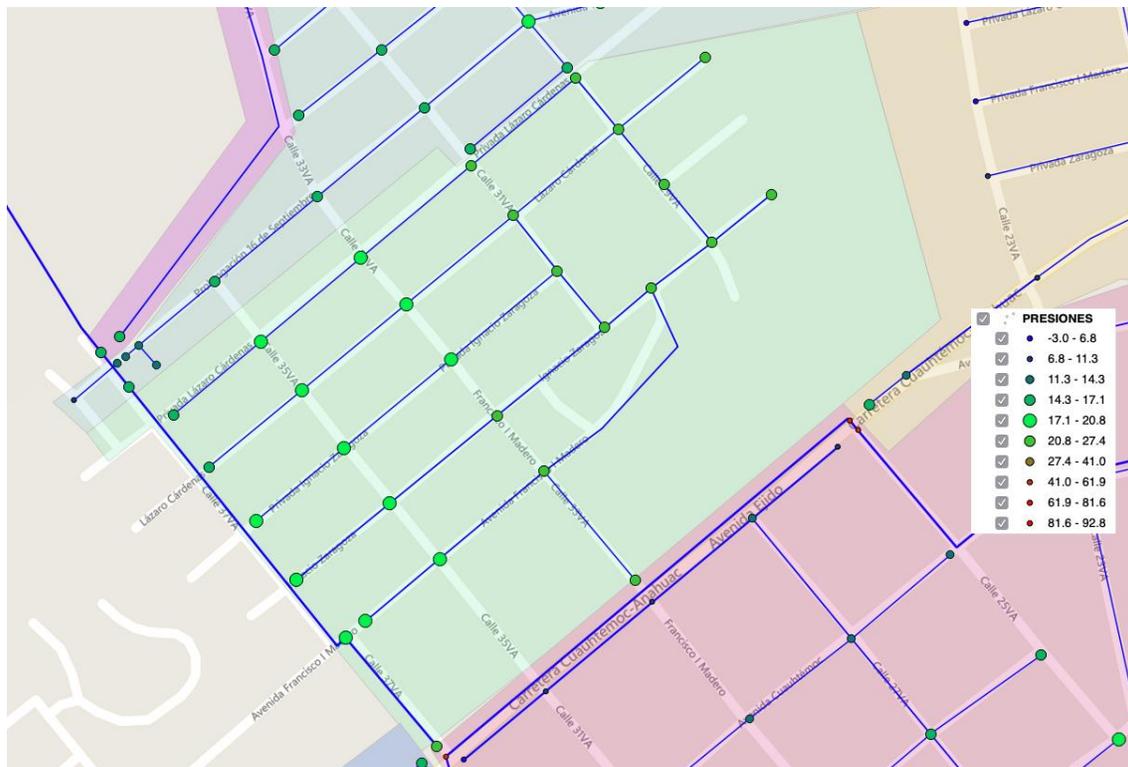
La Ilustración 157 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 0.8 l/s y Máximo de 11.5 l/s, la presión previa a la VRP es de 1.85 metros, tal como se muestra en la Ilustración 158; con la VRP se mantiene la presión al ingreso del DH en 15 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 159.



**Ilustración 157 Caudal del ingreso al DH 5.**



**Ilustración 158 Diferencia de presión en la VRP del DH 5.**



**Ilustración 159 Distribución de presiones en el DH 5.**

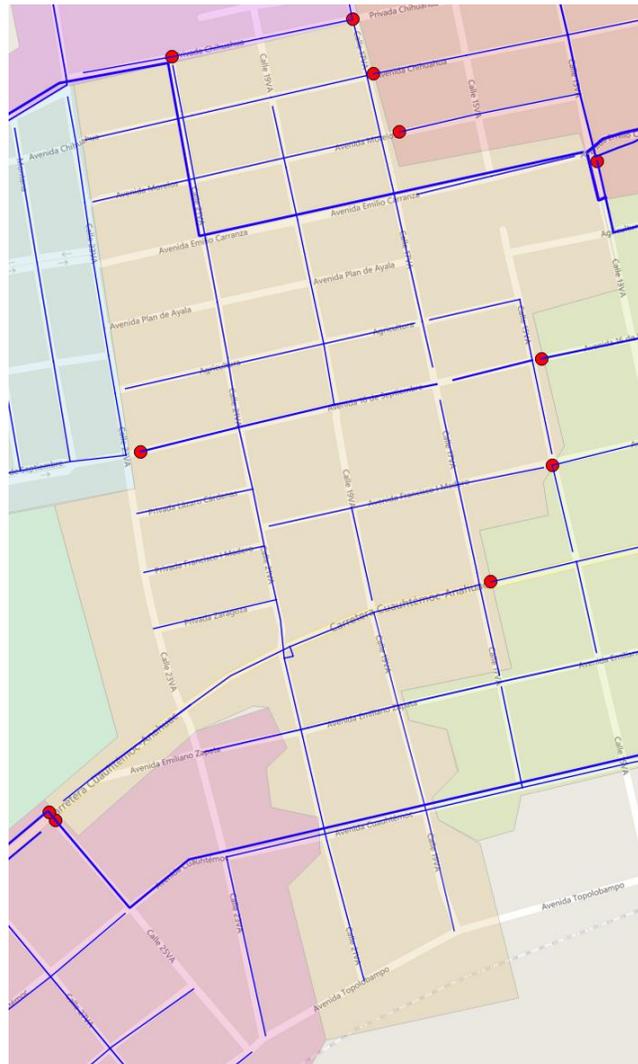
Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 5 solo se debe colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso del sector.

## Sector 6

El criterio para definir la zona de influencia 6 contempla lo siguiente:

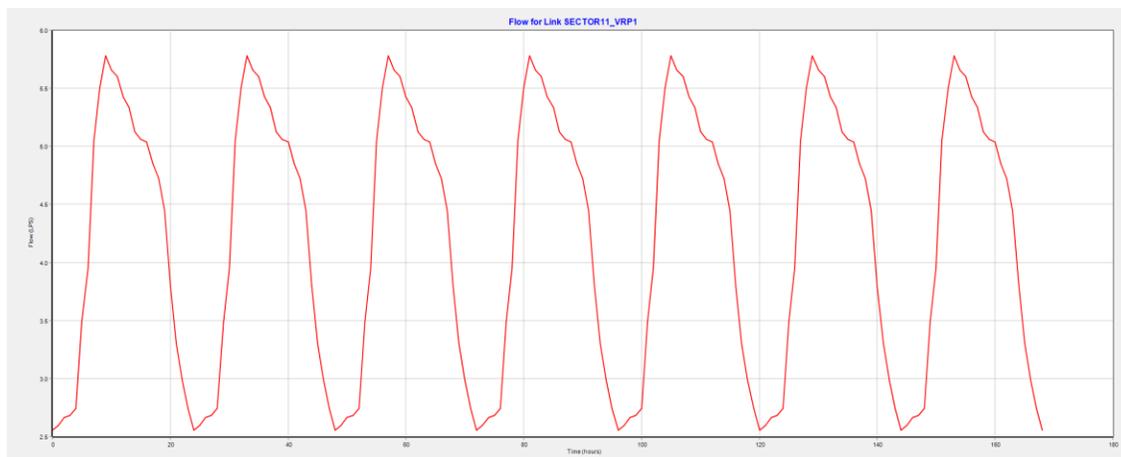
16. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados
17. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
18. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de  $\pm 5$  metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 413 predios (Ilustración 160) que corresponden a un caudal medio de 4.89 l/s.

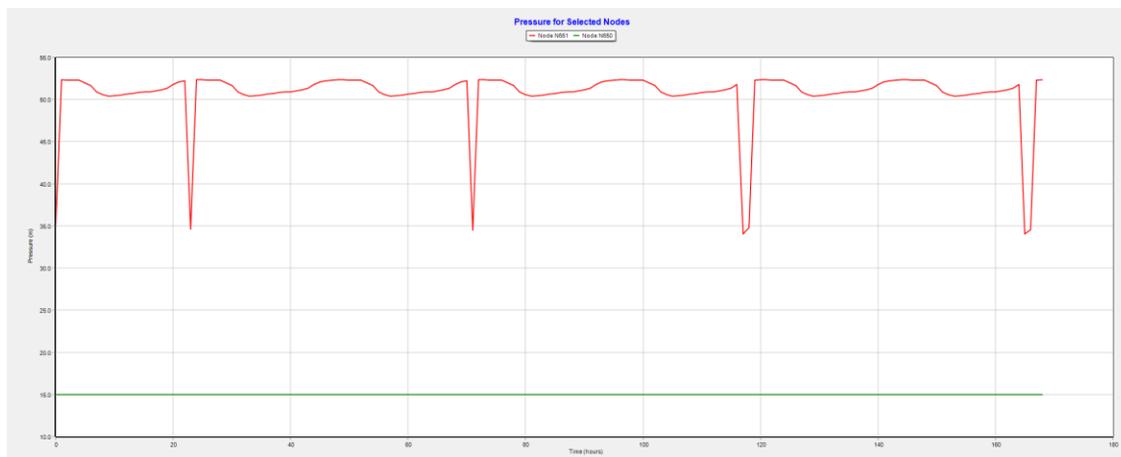


**Ilustración 160 Sector 6.**

La Ilustración 161 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 2.6 l/s y Máximo de 5.7 l/s, la presión previa a la VRP es de 52 metros, tal como se muestra en la Ilustración 162; con la VRP se mantiene la presión al ingreso del DH en 15 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 163.

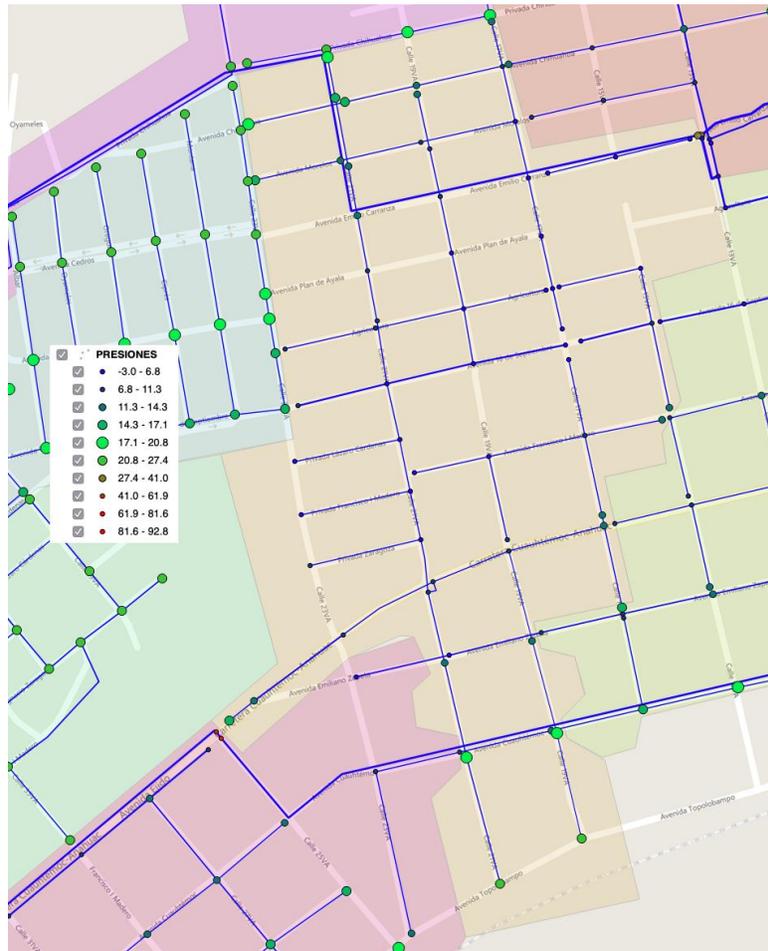


**Ilustración 161 Caudal del ingreso al DH 6.**



**Ilustración 162 Diferencia de presión en la VRP del DH 6.**

Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 6 se debe colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso del sector.



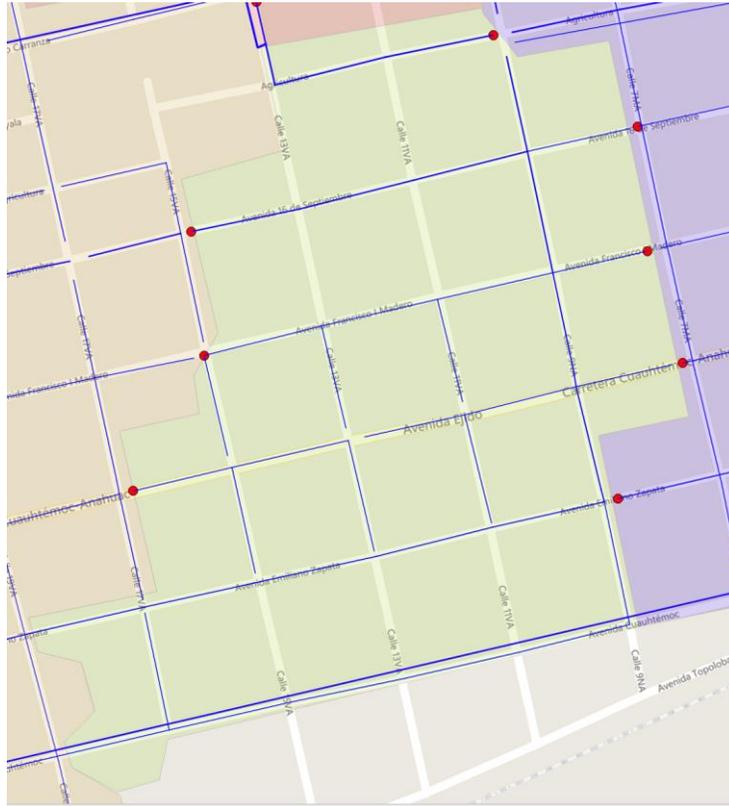
**Ilustración 163 Distribución de presiones en el DH 6.**

## Sector 7

El criterio para definir la zona de influencia 7 contempla lo siguiente:

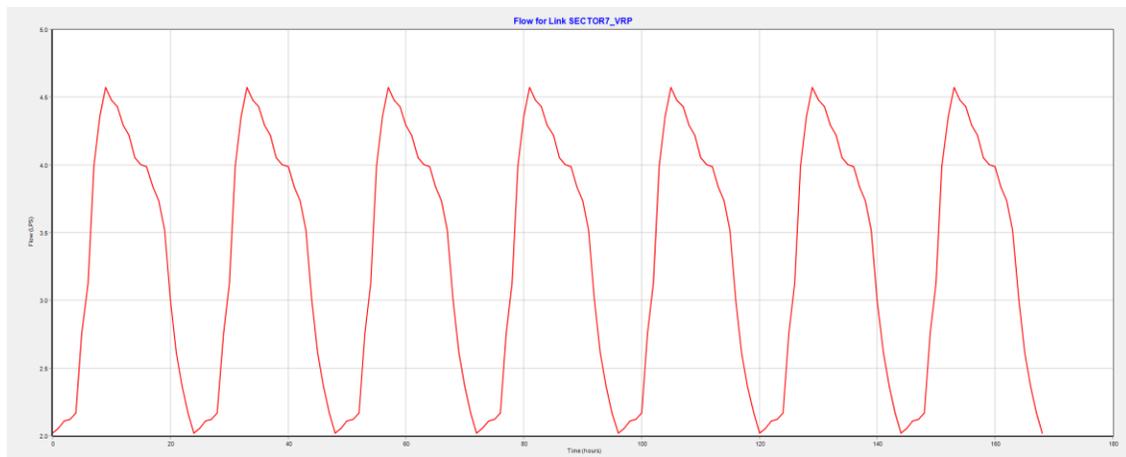
19. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados
20. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
21. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de  $\pm 5$  metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 249 predios Ilustración 164 que corresponden a un caudal medio de 2.95 l/s.

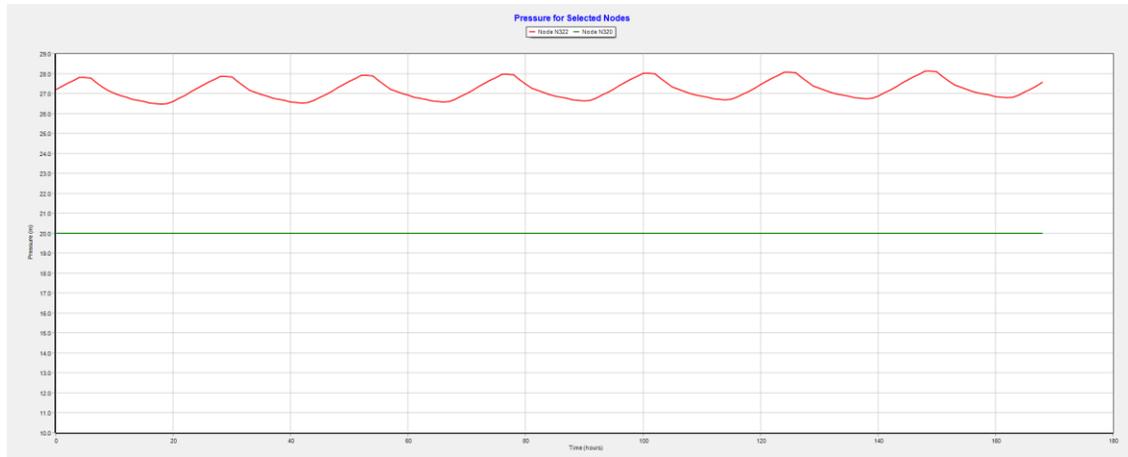


**Ilustración 164 Sector 7.**

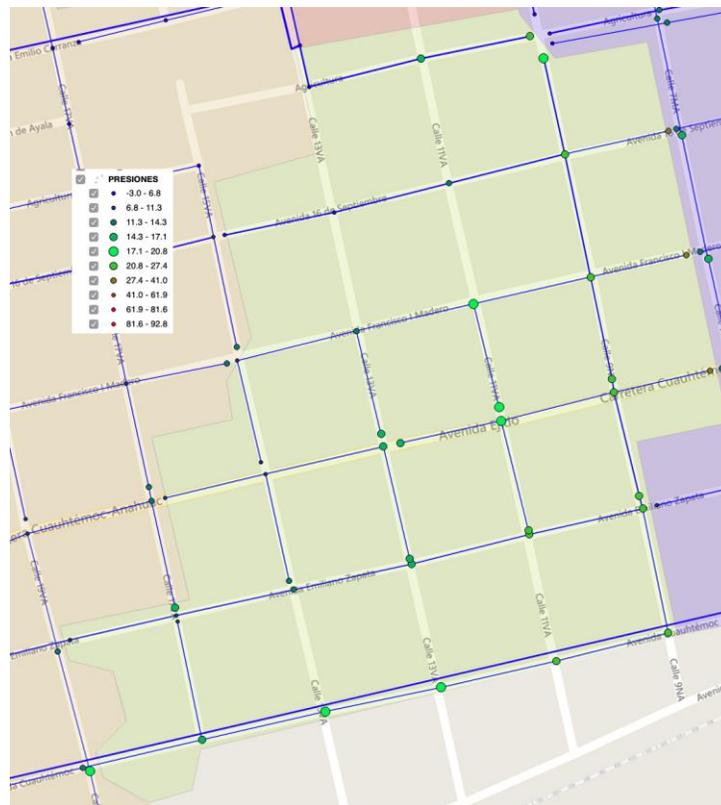
La Ilustración 165 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 5 l/s y Máximo de 11.5 l/s, la presión previa a la VRP es de 26 metros, tal como se muestra en la Ilustración 166; con la VRP se mantiene la presión al ingreso del DH en 15 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 167.



**Ilustración 165 Caudal del ingreso al DH 7.**



**Ilustración 166 Diferencia de presión en la VRP del DH 7.**



**Ilustración 167 Distribución de presiones en el DH 7.**

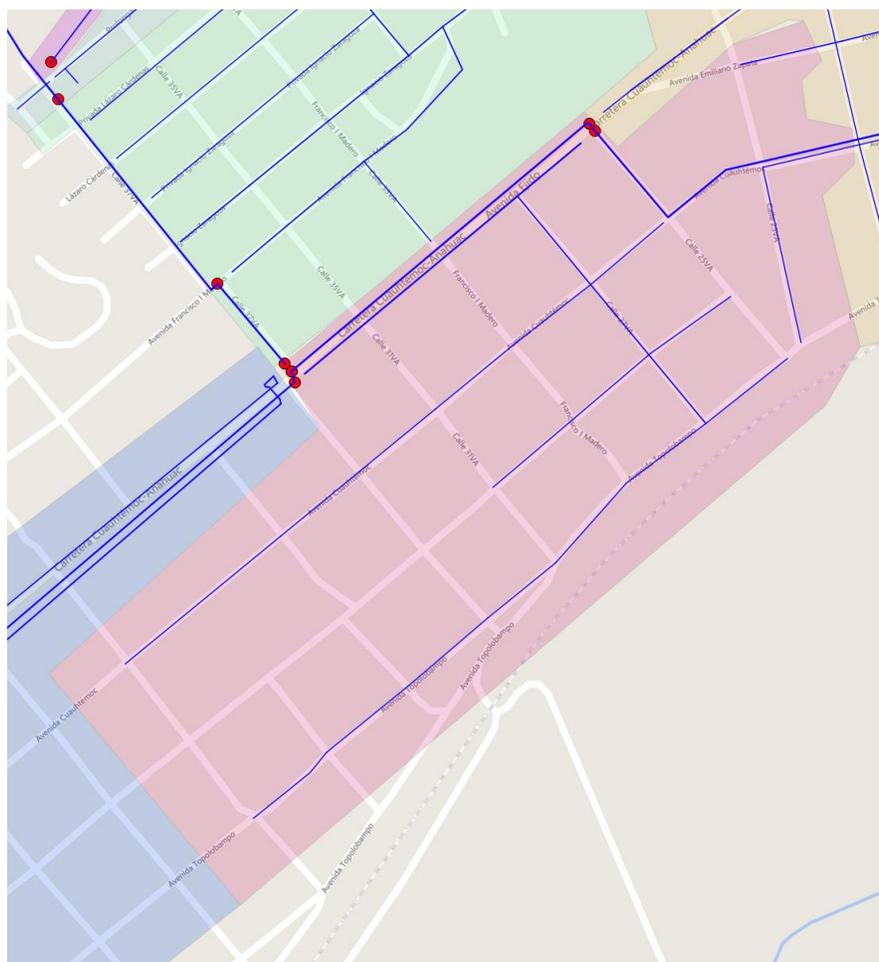
Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 7 se deben instalar 3 válvulas de seccionamiento, así como colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso del sector.

## Sector 8

El criterio para definir la zona de influencia 8 contempla lo siguiente:

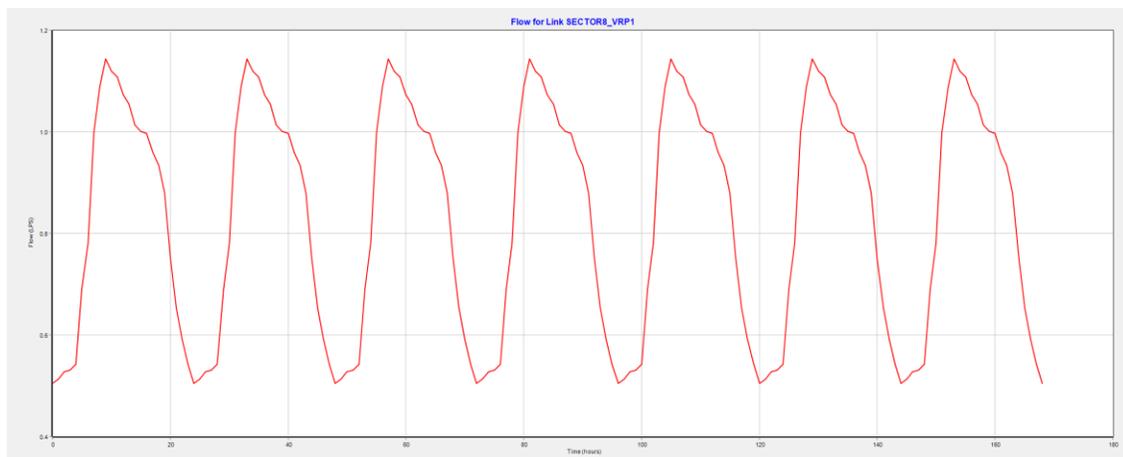
22. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados
23. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
24. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de  $\pm 5$  metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 152 predios (Ilustración 168) que corresponden a un caudal medio de 1.80 l/s.

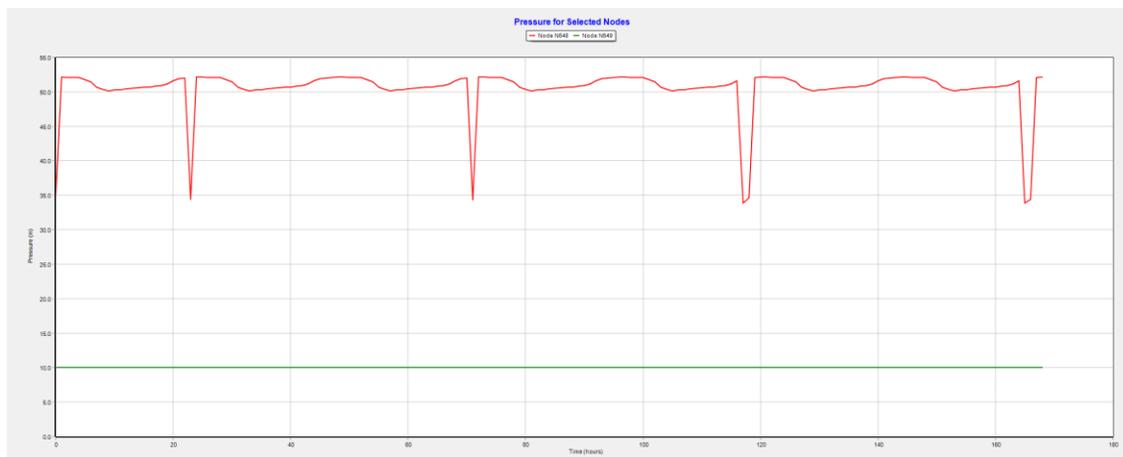


**Ilustración 168 Sector 8.**

La Ilustración 169 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 0.5 l/s y Máximo de 1.15 l/s, la presión previa a la VRP es de 53 metros, tal como se muestra en la Ilustración 170; con la VRP se mantiene la presión al ingreso del DH en 10 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 171.

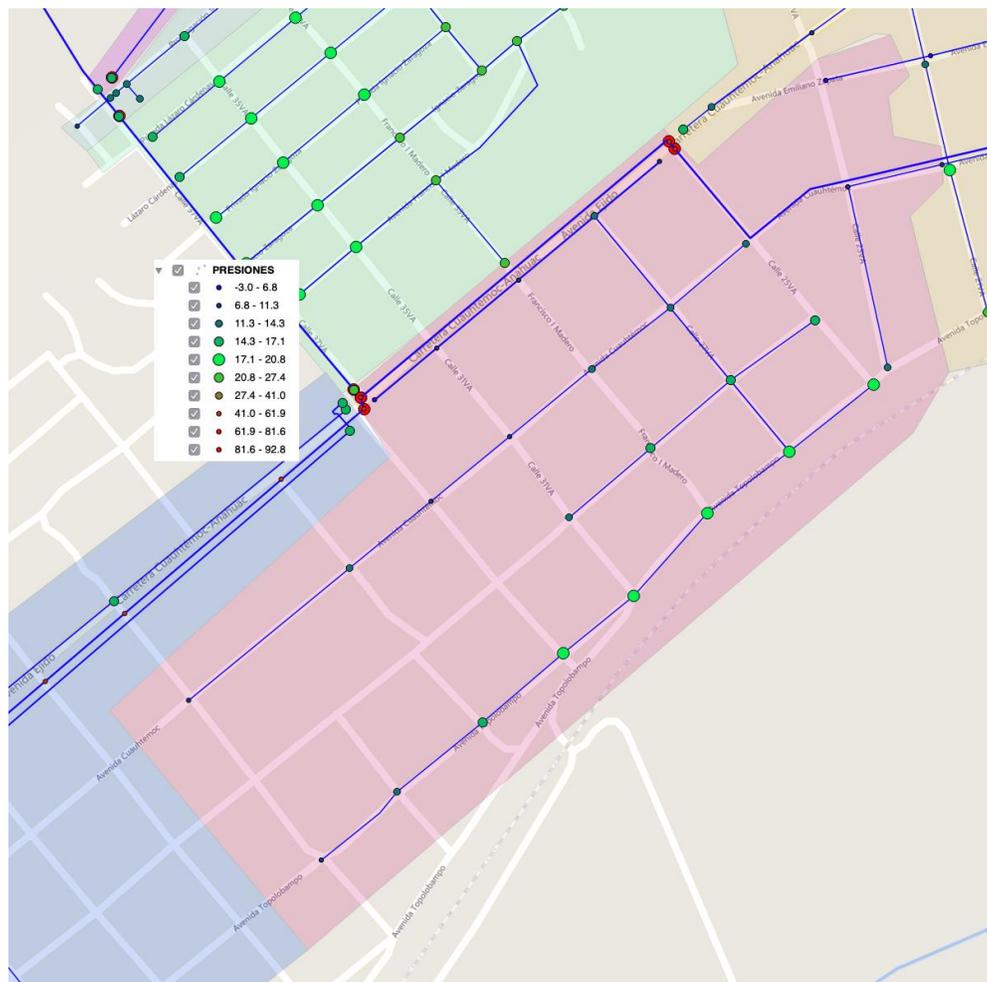


**Ilustración 169 Caudal del ingreso al DH 8.**



**Ilustración 170 Diferencia de presión en la VRP del DH 8.**

Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 8 se debe colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso del sector.



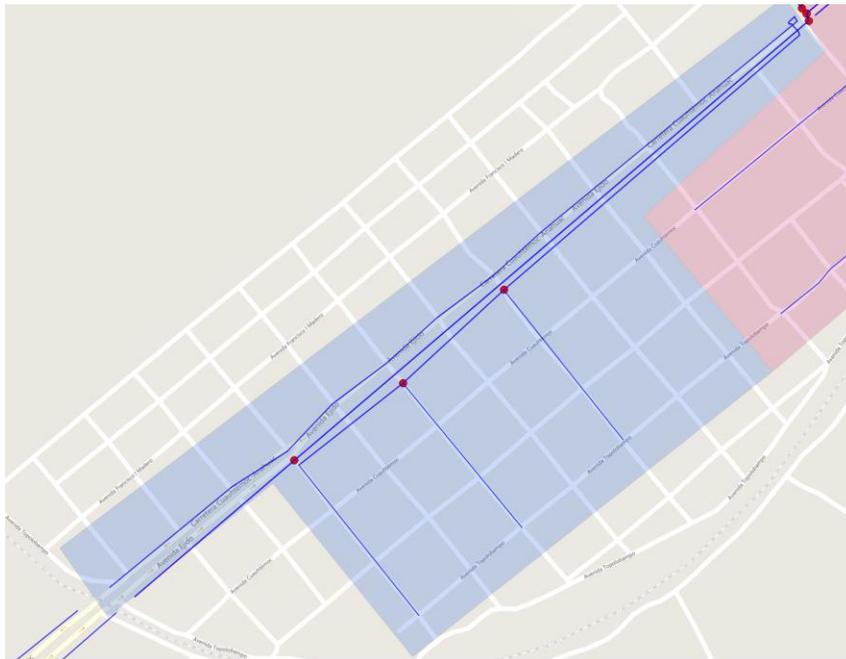
**Ilustración 171 Distribución de presiones en el DH 8.**

## Sector 9

El criterio para definir la zona de influencia 9 contempla lo siguiente:

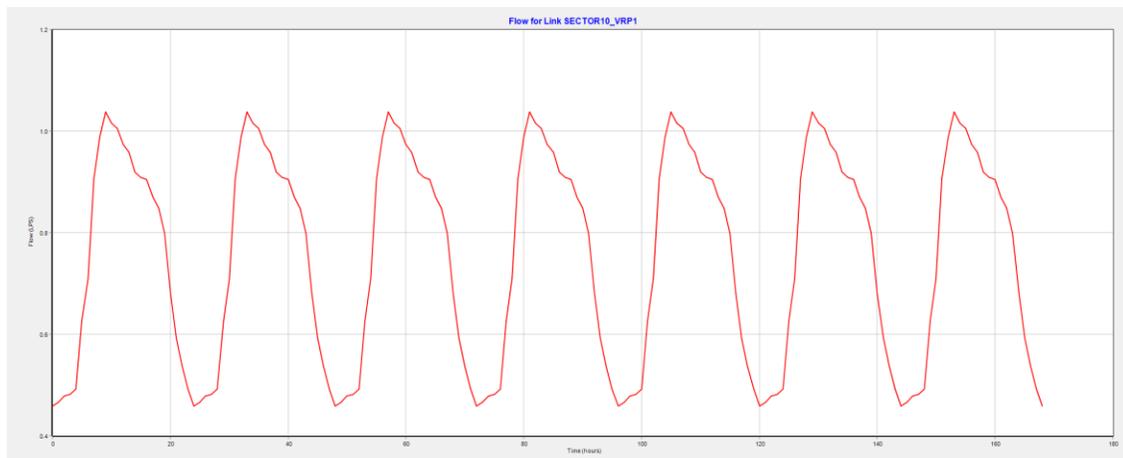
25. Configuración de la red existente, tal que los cambios propuestos no generen costos elevados
26. Cantidad de población a servir, considerando una dotación de 256 l/(hab día) más pérdidas físicas
27. La distribución de presiones, considerando una topografía y dentro del rango aceptable de 10 a 20 metros de carga con una tolerancia de  $\pm 5$  metros

Del análisis hidráulico realizado se tiene una cobertura de 107 predios Ilustración 172) que corresponden a un caudal medio de 1.27 l/s.

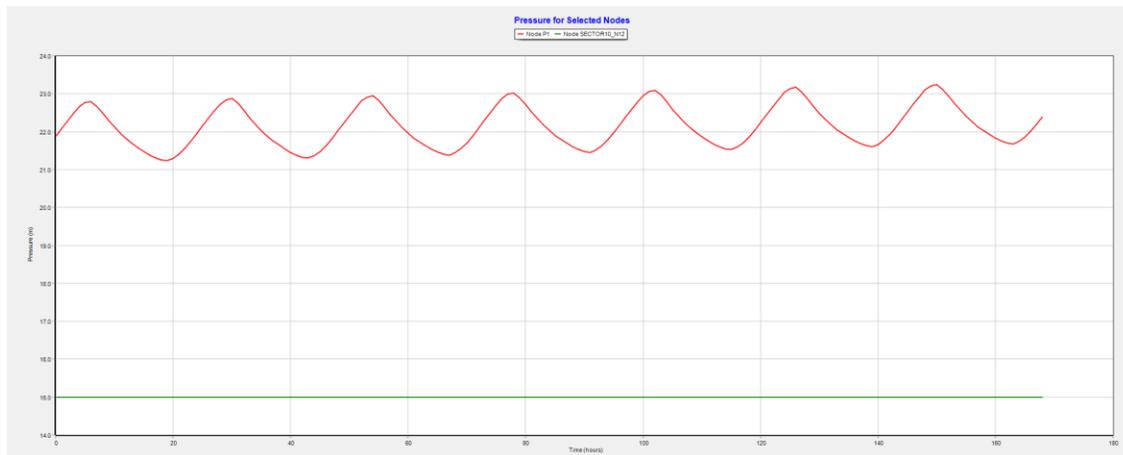


**Ilustración 172 Sector 9.**

La Ilustración 173 muestra la variación del gasto de entrada que presenta un mínimo de 0.45 l/s y Máximo de 1.15 l/s, la presión previa a la VRP es de 22 metros, tal como se muestra en la Ilustración 174; con la VRP se mantiene la presión al ingreso del DH en 15 metros la cual permite una adecuada distribución de presiones en el sector, tal como se muestra en la Ilustración 175.



**Ilustración 173 Caudal del ingreso al DH 9.**



**Ilustración 174 Diferencia de presión en la VRP del DH 9.**



**Ilustración 175 Distribución de presiones en el DH 9.**

Para realizar los trabajos de aislamiento en el sector 9 se debe colocar el arreglo para el control de presiones al ingreso del sector, 3 válvulas de seccionamiento y principalmente una tubería paralela a la carretera, para quitarlas derivaciones de la línea que conduce al rebombeo, así se tendrán dos conducciones para servicio, una a cada lado de la carretera. Este es importante debido a que esta zona es la que presenta un crecimiento potencial de la población.



### **7.3 Acciones de sectorización**

En la Tabla 61 se presentan los tramos de tubería necesarios para desarrollar los trabajos de sectorización. Se encuentran clasificados por sector diámetro y longitud de tramos (en el modelo), así como su descripción y ubicación.

Por su parte en la Tabla 62 se presentan las válvulas, su tipo, diámetro, ubicación y sector al que corresponden.

El detalle de esta información puede consultarse en las bases de datos SHP de sectorización adjuntos a este informe y en los archivos KML también adjuntos, de los cuales se muestra la Ilustración 176.



**Tabla 61 Acciones de sectorización (Tuberías).**

ID del modelo	Sector	Diámetro	Longitud	Descripción	Ubicación
N337.N338.1	SECTOR_7	153	104.05	Tubería de refuerzo del S7	9A entre 16 de septiembre hasta Emiliano Zapata
N351.N350.1	SECTOR_7	101.6	10.87	Tubería de refuerzo del S7	9A entre 16 de septiembre hasta Emiliano Zapata
N398.N397.1	SECTOR_6	76	11.84	Tubería de refuerzo del S6	17A esq Del Ejido
N446.N448.1	SECTOR_2	153	63.36	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N448.N464.1	SECTOR_2	153	58.52	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N464.N469.1	SECTOR_2	153	93.9	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N469.N480.1	SECTOR_2	153	103.9	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N480.SECTOR2_N13.1	SECTOR_2	153	98.95	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N483.N487.1	SECTOR_2	153	97.57	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N487.N488.1	SECTOR_2	153	11.25	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N488.N518.1	SECTOR_2	153	88.64	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N518.N521.1	SECTOR_2	153	97.26	Tubería de refuerzo para S2	13A entre Emilio Carranza y de los deportes
N554.SECTOR4_N6.1	SECTOR_4	76	22.51	Tubería de refuerzo para S3	15A esq 15A
N657.N660.1	SECTOR_8	153	11.43	Tubería para alimentar el rebombeo desde el Pozo 2	37A esq Del ejido
N686.N688.1	SECTOR_9	101.6	204.3	Desde Del ejido y 37A hasta Del ejido y Cuauhtémoc	Tubería de refuerzo del S9
N688.SECTOR10_N5.1	SECTOR_9	101.6	197.12	Tubería de refuerzo del S9	Desde Del ejido y 37A hasta Del ejido y Cuauhtémoc
SECTOR10_N11.N686.1	SECTOR_9	101.6	580.54	Tubería de refuerzo del S9	Desde Del ejido y 37A hasta Del ejido y Cuauhtémoc
SECTOR10_N12.SECTOR10_N11.1	SECTOR_9	101.6	39.5	Tubería para cruce de carretera	del ejido esq 37A
N556.N557.1	SECTOR_4	76	10.31	Tubería de refuerzo para S3	15A esq 11A
N556.N557.1	SECTOR_4	76	10.31	Tubería de refuerzo para S2	15A esq 11A
N352.N353.1	SECTOR_7	101.6	11.06	Tubería de refuerzo del S7	9A entre 16 de septiembre hasta Emiliano Zapata
N401.N402.1	SECTOR_6	76	18.99	Tubería de refuerzo para S6	Del ejido esq 21A



**Tabla 62 Acciones de sectorización (Válvulas).**

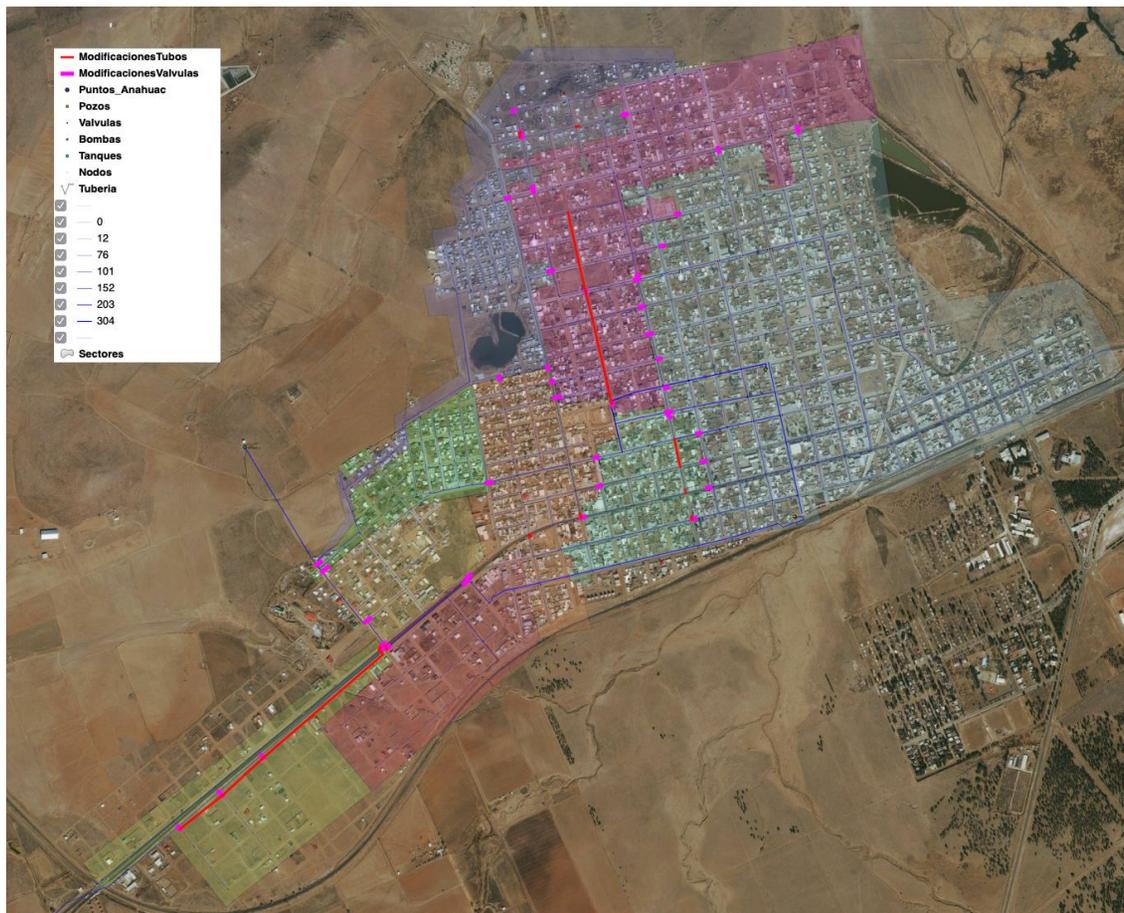
ID del Modelo	Sector	Diámetro	Descripción	Ubicación
N199.N200.1	SECTOR_1	51	Seccionamiento entre S1 y S2	Libertad esq 5 de Febrero
N258.SECTOR1_N2.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S2	20 de Noviembre esq 5A
N267.N266.1	SECTOR_1	101	Seccionamiento entre S1 y S2	9A esq Industrias
N267.SECTOR1_N12.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S2	Industrias esq 9A
N288.SECTOR1_N13.1	SECTOR_1	101.6	Seccionamiento entre S1 y S2	Miguel Hidalgo esq 9A
N291.N290.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S2	Benito Juárez esq 9A
N322.N320.1	SECTOR_7	153	Punto de ingreso y control del S7	9A esq Agricultura
N322.SECTOR1_N5.1	SECTOR_1	203	Punto de entrada y control S1	Agricultura esq 9A
N339.N340.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S7	Francisco I Madero esq 7A
N349.SECTOR1_N7.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S7	Del Ejido esq 7A
N411.SECTOR7_N4.1	SECTOR_7	101.6	Válvula de seccionamiento entre el S7 y el S6	Francisco I Madero esq 15A
N425.N426.1	SECTOR_4	153	Válvula de seccionamiento entre el S4 y S6	16 de septiembre esq 23A
N450.N451.1	SECTOR_2	76	Válvula de seccionamiento entre S2 y S6	Morelos esq 17A
N466.N467.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S2	Chihuahua esq 9A
N473.SECTOR4_N4.1	SECTOR_3	76	Válvula de seccionamiento entre S3 y S6	17A esq Priv Chihuahua
N475.SECTOR4_N3.1	SECTOR_3	76	Válvula de seccionamiento entre S3 y S6	21A esq Priv Chihuahua
N489.N490.1	SECTOR_2	76	Válvula de seccionamiento entre S2 y S3	Agustín Melgar esq 15A
N537.N536.1	SECTOR_2	76	Válvula de seccionamiento entre S3 y S2	15A esq 5 de febrero
N553.N554.1	SECTOR_3	76	Segundo punto de reducción de presión	15A esq 15A
N609.N608.1	SECTOR_3	101	Punto de entrada y control del S3	Priv 16 de septiembre esq 37A
N613.N615.1	SECTOR_4	76	Punto de entrada y control del S4	Priv 16 de Septiembre esq 37A
N639.N640.1	SECTOR_5	101	Punto de ingreso y control del S5	Francisco I Madero esq 37A
N648.N649.1	SECTOR_8	153	Punto de ingreso y control del S8	Del ejido esq 25A
N651.N650.1	SECTOR_6	76	Punto de entrada y control al S6	Del Ejido esq 25A
N657.N658.1	SECTOR_9	101	Válvula de seccionamiento del S9	Del ejido esq 37A
N657.P1.1	SECTOR_9	202	Válvula de seccionamiento del S9	37A esq Del ejido



ESTUDIO DE ACTUALIZACION DEL PADRON DE USUARIOS, CATASTRO DE REDES Y SECTORIZACION EN LA CIUDAD DE ANAHUAC, MUNICIPIO DE CUAUHTEMOC ESTADO DE CHIHUAHUA



ID del Modelo	Sector	Diámetro	Descripción	Ubicación
N660.N659.1	SECTOR_8	153	Válvula de seccionamiento del S8	Del ejido esq 37A
N686.N685.1	SECTOR_9	76	Válvula de seccionamiento del S9	Del ejido esq Calle sin nombre
N688.N687.1	SECTOR_9	76	Válvula de seccionamiento del S9	Del ejido esq Calle sin nombre
N689.SECTOR10_N5.1	SECTOR_9	101.6	Válvula de seccionamiento del S9	Del ejido esq Calle sin nombre
PI.SECTOR10_N12.1	SECTOR_9	101.6	Punto de ingreso y control del S9	Del ejido esq 37A
SECTOR1_N1.N204.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S2	Independencia esq 5 de Febrero
SECTOR1_N10.N353.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S7	Emiliano Zapata esq 9A
SECTOR1_N3.N269.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S2	Agustín Melgar esq 7A
SECTOR1_N4.N315.1	SECTOR_1	203	Seccionamiento entre S1 y S2	Emiliano Carranza esq 9A
SECTOR1_N6.N335.1	SECTOR_1	76	Seccionamiento entre S1 y S7	16 de septiembre esq 7A
SECTOR2_N1.N534.1	SECTOR_2	101.6	Válvula de seccionamiento entre S2 y S3	5 de Febrero esq 17A
SECTOR2_N13.N483.1	SECTOR_2	101.6	Punto de control de presión para S2	13A esq Industrias
SECTOR2_N2.N446.1	SECTOR_2	153	Punto de ingreso al S2	13A esq Emilio Carranza
SECTOR2_N3.N462.1	SECTOR_2	76	Válvula de seccionamiento entre S2 y S6	Chihuahua esq 17A
SECTOR4_5.N234.1	SECTOR_2	76	Válvula de seccionamiento entre S3 y S2	15A esq 7A
SECTOR4_N5.N558.1	SECTOR_3	76	Válvula de seccionamiento interna del S3	Cuitláhuac es 15A
SECTOR7_N3.N417.1	SECTOR_7	153	Válvula de seccionamiento entre el S7 y el S6	16 de septiembre esq 15A
SECTOR7_N5.N397.1	SECTOR_7	76	Seccionamiento entre el S7 y el S6	Del ejido esq 17A



**Ilustración 176 Bases de datos SHP de las modificaciones propuestas para sectorización**



### 7.3.1 Observaciones y recomendaciones

Todo lo aquí propuesto se realizó tomando como base la información proporcionada por la JCAS y enriquecida con levantamientos de campo, por lo que antes de su ejecución se recomienda validar la configuración actual de la red por medio de levantamientos de campo complementarios, principalmente en los puntos propuestos para el aislamiento.

Con apoyo de la dirección Comercial de deben validar el número de usuarios y dotación asignados para cada uno y de ser posible realizar una medición del consumo actual a la entrada de la zona para poder establecer un consumo real actual.

El éxito de la disminución de pérdidas por fugas por medio del control de presiones está condicionado a realizar las modificaciones de forma integral, una acción parcial o distinta requerirá un nuevo análisis.

En síntesis los trabajos a realizar son:

1. Por medio de recorridos de campo con el personal de operación se debe corroborar que la configuración actual de la red es tal como se tiene en los planos y el modelo de simulación, priorizando los límites propuestos entre sectores.
2. Con apoyo del área comercial se debe establecer el padrón de usuarios para cada sector, identificando usuarios distintos al doméstico y realizar una medición de caudal a la entrada del área para establecer una dotación ajustada.
3. Con esta información se deberá ajustar el modelo de simulación y verificar la viabilidad de las acciones.
4. Una vez ajustada la propuesta se deberán realizar los trabajos de sectorización e instrumentación, los cuales deben considerarse dependientes entre sí, por lo que el correcto funcionamiento del sistema depende de la totalidad de los trabajos.
5. Debe tenerse muy en cuenta que el cambio de operación requiere un periodo de transición y ajuste, lo cual implica también un ajuste por parte de los hábitos de consumo de la población servida, ya que al tener servicio tandeado es inevitable que la mayor parte de ellos cuente con un tinaco, cisterna o similares y el llenado y vaciado de estos almacenamiento domésticos en un inicio causará variaciones de presión y desabasto en algunos extremos del distrito, pero esta situación se deberá normalizar en un periodo de hasta un mes.
6. Debido a esto, el personal operativo de la junta debe estar atento a la variación de presiones y los usuarios deben estar informados de los trabajos a realizarse y cuáles serán los beneficios para ellos.
7. El éxito del programa de disminución de pérdidas físicas por medio del control de presiones requería un proceso permanente de detección y reparación de fugas.



## 8. MEMORIAS, PLANOS, INFORMES Y DOCUMENTOS

Adjunto al presente informe se entregan los archivos digitales de los resultados, contenidos en cuatro carpetas que se describen a continuación.

1. Padrón de usuarios
  - Fichas de cada toma domiciliaria levantada (en PDF)
  - Fichas de las encuestas realizadas (en PDF)
  - Shapefile de las tomas levantadas
  - Shapefile de la muestra de tomas verificadas
2. Catastro de la red de agua potable
  - Fichas de las cajas de válvulas (en PDF)
  - Fichas de los pozos y tanques (en PDF)
  - Topografía (archivos de autocad y shapefiles)
  - Red de agua potable (shapefiles)
3. Modelo de la red actual calibrada
  - Archivo de EPANET Anahuac\_Actual.inp
  - Carpeta con Shapefiles de la red actual
4. Sectorización
  - Archivos de EPANET: Anahuac-conPozo3.inp y Anahuac\_Sectorizado.inp
  - Carpeta con Shapefiles de la red sectorizada

Finalmente, se anexa el archivo digital del presente informe.