



**UNIVERSIDAD  
DON VASCO A.C.**

# **UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**

Incorporación No. 8727-15

a la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE  
DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATÍO DE OCAMPO,  
MICHOACÁN.**

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

**Mariana Paz Meza**

Asesor: I.C. Sandra Natalia Parra Macías

Uruapan, Michoacán 24 de Noviembre de 2015.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# ÍNDICE

## **Introducción.**

Antecedentes. . . . .	1
Planteamiento del problema. . . . .	3
Objetivos. . . . .	4
Pregunta de investigación. . . . .	4
Justificación . . . . .	5
Marco de referencia . . . . .	5

## **Capítulo 1.- Red de distribución de agua potable.**

1.1. Definición de red de distribución de agua potable. . . . .	6
1.2. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable. . . . .	7
1.3. Tipos de red de distribución. . . . .	14
1.4 Presión. . . . .	16
1.5. Flujo en los fluidos. . . . .	19
1.6. Líneas de corriente y ecuación de continuidad. . . . .	20
1.7. Ecuación de Bernoulli. . . . .	21
1.8. Red de distribución. . . . .	21

1.8.1. Componentes de una red de distribución.	. . . . .	23
1.8.2. División de una red de distribución.	. . . . .	31
1.8.3. Formas de distribución.	. . . . .	32

**Capítulo 2.- Datos Básicos.**

2.1. Población de proyecto.	. . . . .	37
2.2. Periodo de diseño y vida útil de las obras.	. . . . .	42
2.2.1. Periodo económico de diseño	. . . . .	46
2.3. Proyectos de agua potable	. . . . .	46
2.3.1. Consumo	. . . . .	46
2.3.2. Dotación	. . . . .	51
2.4. Coeficientes de variación.	. . . . .	52
2.5. Gastos de diseño.	. . . . .	54
2.5.1. Gasto medio diario.	. . . . .	54
2.5.2. Gasto máximo diario.	. . . . .	55
2.5.3. Gasto máximo horario.	. . . . .	55
2.6. Cálculo pérdidas por carga.	. . . . .	56

**Capítulo 3.- Resumen de macro y micro localización.**

3.1. Macro localización.	. . . . .	60
--------------------------	-----------	----

3.2. Micro localización	62
3.2.3. Fisiografía de la zona de estudio.	66
3.2.4. Uso del suelo	70
3.2.5. Hidrología regional y de la zona de estudio.	75
3.2.7. Identificación de Fuentes de Abastecimiento.	78

#### **Capítulo 4.- Metodología.**

4.1. Método científico.	83
4.1.1. Método matemático.	84
4.2. Enfoque de la investigación.	85
4.2.1. Alcance de la investigación.	85
4.3. Diseño de la investigación.	86
4.4. Instrumentos de recopilación de datos.	86
4.5. Descripción del proceso de investigación	86

#### **Capítulo 5.- Cálculo, análisis e interpretación de resultados.**

5.1. Datos de proyecto.	88
5.1.1. Fuentes De Abastecimiento.	95
5.1.2. Regularización.	97
5.1.3. Líneas De Conducción.	99

5.1.4. Red De Distribución.	100
5.1.5. Desinfección .	101
5.1.6. Alcantarillado y saneamiento	103
5.2. Proyecto ejecutivo	107
5.2.1. Periodo de Diseño	111
5.2.2. Dotación	111
5.2.3. Datos de Proyecto.	113
5.2.4. Captación.	114
5.2.5. Líneas de Conducción.	114
5.2.6. Plantas de Bombeo.	115
5.2.7. Regularización.	115
5.2.8. Diseño de la red de distribución.	116
<b>Conclusión</b>	<b>121</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>124</b>
<b>Otras fuentes de información</b>	<b>127</b>

## **Anexos**

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

Como es sabido, el agua es un elemento vital para todo ser vivo, a lo largo de años se han encontrado vestigios de la necesidad que ha tenido el ser humano de captar y almacenar agua para su posterior uso.

En Israel hace 7,000 años aproximadamente se empezaron a desarrollar sistemas de transporte y distribución del agua. En un comienzo se hacía el transporte mediante canales sencillos excavados en arena o rocas, posteriormente se empezaron a utilizar tubos huecos. Estos tubos huecos fueron de diferentes materiales, así como en Egipto utilizaban árboles huecos de palmera, en China y Japón troncos de bambú, más tarde se comenzó a utilizar cerámica, madera y metal.

Los romanos, los mayores arquitectos en construcción de redes de distribución de agua, aprovechaban los recursos de agua subterránea, ríos y agua de escorrentía para su aprovisionamiento. Construyeron presas de almacenamiento, acueductos por los cuales fluía el agua por miles de millas. El sistema de tuberías era de diferentes materiales cemento, roca, bronce, plata, madera y plomo. Las fuentes de agua se protegían de contaminantes externos.

Después de la caída de los romanos, desde el año 500 al 1500 d.C. hubo pocos avances en los sistemas de tratamiento de agua, con esto se manifestaron problemas de higiene y, por tanto, enfermedades hasta la muerte.

Fue hasta 1804 en Paisley, Escocia, que fue construido el primer suministro de agua potable para una ciudad completa. En París, en 1806, comenzó a funcionar la mayor planta tratadora. Y, en 1827, el Inglés James Simplón construye un filtro de arena para la purificación del agua potable. Hoy en día todavía se considera el primer sistema efectivo utilizado con fines de salud pública.

“Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidratantes públicos.” (CNA, Redes de distribución; 2007:3)

En la Universidad Don Vasco A.C. existen algunas tesis relacionadas con este tema, como la elaborada por Felipe Zacarías Gómez en el año 2002, titulada “Abastecimiento de agua potable y red de distribución para las colonias y fraccionamientos de San Rafael en la zona oriente de Uruapan, Mich.”, cuyo objetivo abastecer a determinada masa de gente sobre todo para resolver sus necesidades domésticas, determinando el sistema adecuado para solucionar las principales prioridades, en la cual se realizó el cálculo de la red de abastecimiento y red de distribución para las colonias y fraccionamientos en San Rafael en la zona oriente de Uruapan, Michoacán, empleando el método de Hardy Cross, concluyendo con los diámetros y piezas especiales óptimas para un buen funcionamiento.

También se encuentra en esta biblioteca la tesis realizada por Ricardo Medina Martínez en el año 2010, titulada: “Revisión de la red de distribución general de agua potable de la localidad de Capacuaro, Michoacán”, la cual por objetivo es revisar el proyecto de la red existente en la comunidad de Capacuaro, como conclusión se



obtuvo que la red existente es ineficiente, por tanto, se realizaron los cálculos necesarios para determinar las características que debería tener el sistema de la red.

Existe otra, la cual está relacionada con las redes de distribución, elaborada por Carlos Alberto Caballero García en el año 2001, titulada “Sistema de agua potable para la colonia La Santa Cruz”, la cual por objetivo es diseñar el sistema de agua potable para dicha colonia , proponiendo una red combinada con un circuito principal del que se deriven líneas secundarias para abarcar la totalidad de la colonia, el cálculo de la red primaria se realizó aplicando el método de Hardy Cross para obtener el gasto teórico correcto para la tubería.

### **Planteamiento del problema.**

Esta tesis pretende proyectar la rehabilitación de la red de agua potable de la zona centro de la localidad de Maravatío, Michoacán. Debido a la explosión demográfica que ha sufrido la localidad la misma ya no cumple con la función y el desempeño óptimo requerido.

Cabe señalar que la red en mención cuenta con tubos de asbesto los cuales ya no están a la vanguardia con los materiales recomendados para dichas obras.

Con el diseño de esta red de distribución se pretende maximizar el desempeño de la misma, y como consecuencia mejorar el servicio de abastecimiento de agua potable.

## **Objetivos.**

En el presente estudio se buscará dar cumplimiento a los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Proyectar la rehabilitación de la red de distribución de agua potable de la zona centro de la localidad de Maravatío de Ocampo, Michoacán

Objetivos específicos:

- a) Proyectar la modernización de acuerdo a materiales y diámetros acordes a las necesidades existentes.
- b) Proyectar la sectorización y seccionamiento debidamente de la red de agua potable.
- c) Hacer los planos correspondientes del sistema de agua potable de la zona en estudio, ya que el organismo operador de agua potable carece de ellos.
- d) Conceptualizar el proceso de diseño de una red de conducción.

## **Pregunta de investigación.**

La presente investigación plantea la siguiente pregunta:

¿Cuáles son los requerimientos necesarios para que la red de distribución zona centro de la localidad de Maravatío trabaje eficientemente?

## **Justificación.**

Con el presente proyecto se pretende que la zona centro de la cabecera municipal de Maravatío se beneficie al tener el proyecto de una red de distribución eficaz para las necesidades que presentan actualmente y años futuros, esto es de suma importancia al ser una localidad en desarrollo y rápido crecimiento situada estratégicamente en el acceso a la capital de la República. Así mismo se elabora con el fin de dar a otros lectores la posibilidad de conocer el proceso de un proyecto completo para la rehabilitación de una red de distribución de agua potable y finalmente con el agrado de aprender más de dicha área y obtener el título como Ingeniera Civil.

## **Marco de Referencia.**

El municipio de Maravatío se encuentra al noroeste del Estado de Michoacán, limitando al norte con el Estado Guanajuato, se encuentra a 91 km de la capital del Estado y a 220 km de la capital de la República, considerando la cercanía es una zona con constante crecimiento.

La principal actividad económica de la cabecera municipal es la agricultura contando con 26,272 habitantes. El actual gobierno que los rige esta encabezado por el C. Jose Luis Abad Bautista de la coalición PRD- PT.

# CAPÍTULO 1

## RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

En el presente capítulo se desarrollarán conceptos generales de los fluidos, así como la distribución general de un sistema de abastecimiento de agua potable, centrándonos con mayor profundidad en requerimientos más específicos del funcionamiento de una red de distribución.

### 1.1. Definición de red de distribución de agua potable.

Como elemento vital para el ser humano se conoce el agua potable y así mismo se da la necesidad de diseñar un sistema que distribuya equitativamente y óptimamente el agua a todos los usuarios por zonas, por esta necesidad a partir de una tanque de regularización se diseña una red de distribución de agua potable que cumpla con los requerimientos de presiones y velocidades en base a la población de cada proyecto. Se define red de distribución de agua potable como "El conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos." (CNA Redes de distribución: 2007; 3)

Definiendo lo que es una red de distribución de agua potable se establece que es un sistema que parte de un tanque de servicio y/o regularización que será el que proporcione el abastecimiento requerido y si así lo requiere tendrá la elevación necesaria para optimizar los gastos requeridos, partiendo de eso se crea una red de

tuberías y piezas especiales que podrán variar sus diámetros si así se requiere hasta llegar a las tomas domiciliarias o a su lugar de uso.

## 1.2. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable.

De acuerdo con César (1994) un sistema hidráulico urbano consta de las siguientes partes: fuente, captación, conducción, tratamiento de potabilización, conducción, regularización, distribución, recolección, conducción, tratamiento del agua residual y disposición (figura 1.1), para efectos necesarios del propio proyecto solo se definirán los elementos con que consta el sistema de abastecimiento, son los siguientes elementos: fuente, captación, conducción, tratamiento de potabilización, regularización y distribución.

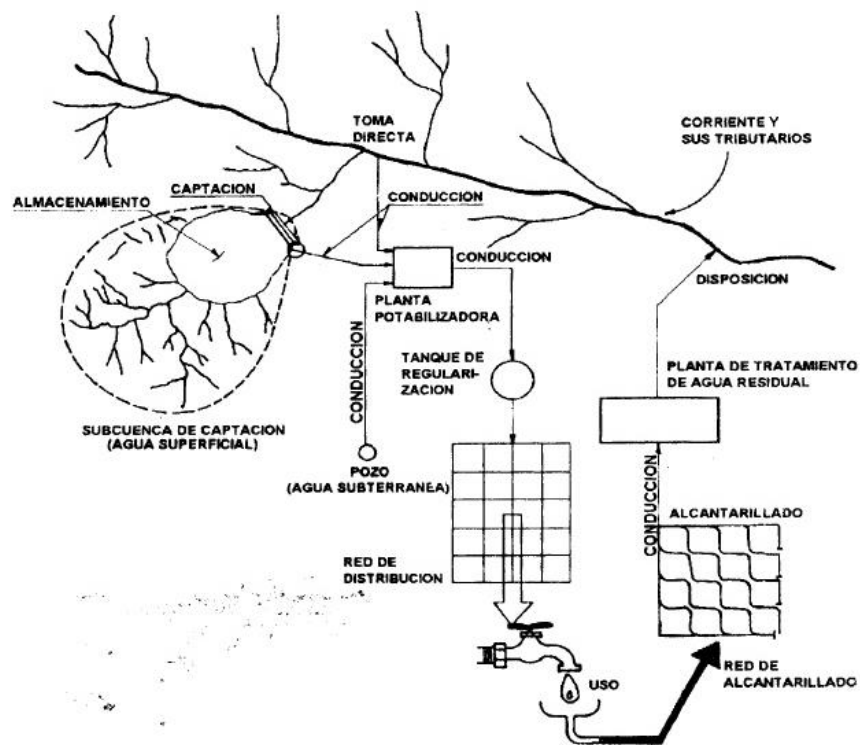


Figura 1.1 Configuración general de un sistema hidráulico urbano

Fuente: César, 1994, 10

## A) Fuentes:

Existen distintas fuentes de abastecimiento como lo son:

- 1) Agua superficial
- 2) Agua subterránea
- 3) Agua atmosférica
- 4) Agua salada

Las más cotidianas para usar son la superficial y la subterránea, ya que las otras dos sólo son usadas cuando no existe otra posibilidad por ser muy escasa, porque es de muy malas condiciones la superficial y la subterránea o por factores económicas. Sin embargo captar el agua atmosférica representa grandes costos al ser necesario obras civiles grandes para su recolección y almacenamiento. Así como para las aguas saladas se han creados tecnologías que permiten desalarla, sin embargo es un alto costo este procedimiento.

Las aguas superficiales son una importante fuente de abastecimiento de agua proveniente de ríos, lagos y acuíferos superficiales, su ventaja es la facilidad de su disposición, su contaminación puede ser removida con relativa facilidad, al estar expuestas a la atmósfera tienen un alto contenido de oxígeno, el cual oxida y ayuda a remover el hierro y manganeso, sólo que por la falta de sulfuro de hidrógeno produce un ofensivo olor similar a huevos podridos.

Es cierto que puede removerse una contaminación con facilidad sin embargo al estar expuesta se contamina con mayor facilidad debido a descargas de aguas

residuales y esto trae consigo una alta actividad biológica, lo cual produce un olor y sabor aun cuando el agua haya sido saneada. También pueden tener turbiedad y color, por lo que requerirá un tratamiento adicional.

Las fuentes subterráneas son menos propensas a la contaminación, por lo que su calidad es más uniforme y con esto requiere menos tratamientos de saneamiento que el agua superficial. Sin embargo si un acuífero subterráneo se contamina, no existe un método conocido que los pueda limpiar. Al ser aguas duras frecuentemente necesitan ablandarse para minimizar la formación de incrustaciones en las tuberías.

#### B) Captación:

Las obras de captación son las obras civiles y equipos electromecánicos que se utilizan para reunir y disponer de una manera adecuada del agua ya sea superficial o subterránea. Estas obras varían según la naturaleza de la fuente, su localización y magnitud. El diseño debe ser capaz de prever las posibilidades de contaminación, es decir, evitarla.

Estas varían de acuerdo con la naturaleza de la fuente de abastecimiento, su localización y magnitud, en la siguiente figura 1.2 se muestran algunos ejemplos de obras de captación.

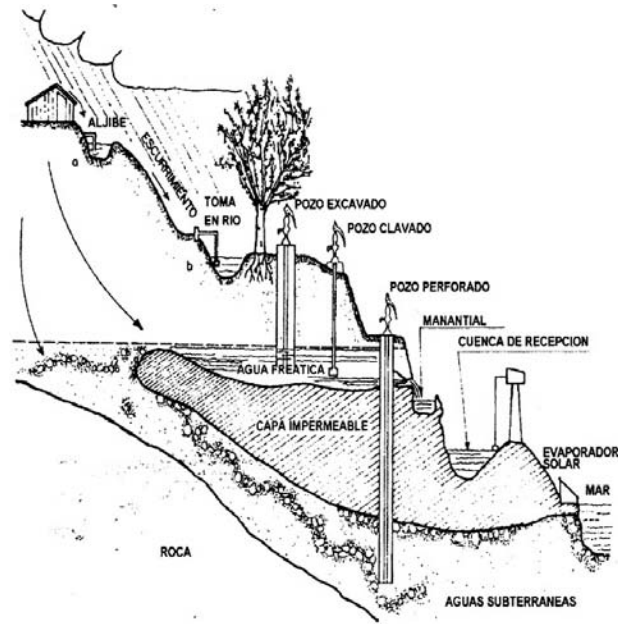


Figura 1.2. Obras de Captación

Fuente: César, 1994,14

### C) Conducción:

La línea de conducción es la parte del sistema constituida por los conductos, obras de conducción y accesorios que están destinados a transportar el agua a distancias relativamente grandes procedente de la fuente de abastecimiento, desde la fuente de captación hasta un punto que puede ser un tanque de regularización, un cárcamo para una segunda conducción, una planta potabilizadora o directamente a la red de distribución.

En el caso de una entrega del agua a los tanques se tiene la ventaja de que puede haber un mayor control sobre los gastos de aportación de la fuente de abastecimiento y existe un menor riesgo de que se presenten derrames de agua si no se coloca una válvula para el llenado en los tanques.



Los tanques de una red de agua potable pueden cumplir tres funciones distintas: almacenar el agua, regular el funcionamiento de la red, o una combinación de las dos. A continuación se describe cada caso.

Un tanque que cumpla con la función exclusiva de almacenar el agua es poco común en una red de agua potable, sin embargo, pueden utilizarse en casos especiales cuando se requiere garantizar la disponibilidad de agua durante el desarrollo de ciertas actividades y necesidades específicas, aun cuando ocurran desperfectos o una reducción en el suministro del agua de la red, ocasionado por ejemplo, en el caso de una falla de energía eléctrica, problemas en los equipos de bombeo, una disminución de la presión producto de la extracción de agua de la red en el caso de un incendio o de una fuga importante de agua en algunos tubos de la red, o que el organismo operador ha decidido suspender el suministro para efectuar alguna reparación. El diseño de este tipo de tanque y su instalación hidráulica se hace de forma tal que la presión normal de la red los mantenga siempre llenos de agua y que puedan entrar en servicio cuando la presión de la red haya bajado a un valor mínimo prefijado. En una instalación hidráulica de este tipo deberá haber recirculación del agua o sustitución periódica de la misma, evitando en todo caso la contaminación del agua en el tanque y en la red.

Un tanque de regulación se coloca en la red con la finalidad de retener el agua excedente en las horas en que el gasto de la fuente de abastecimiento es mayor al que demanda la población; asimismo, proporcionar a la red de distribución el agua acumulada en las horas en que la demanda es mayor al gasto enviado de la fuente de abastecimiento. Otra función importante que cumplen los tanques de regulación

es uniformizar las presiones en la red, evitando los cambios bruscos de presión en la misma, provocados por la variación de la demanda durante el día y la operación del equipo de bombeo. Para lograr dicho propósito, los tanques de regulación deben diseñarse con la capacidad suficiente y ubicarse en las partes altas o en los lugares opuestos al bombeo cuando así lo justifique el proyecto para ayudar a subir las presiones en dichos puntos.

Respecto al terreno natural, los tanques pueden ser elevados o superficiales. Los superficiales pueden construirse con materiales de mampostería, concreto o acero, así como los elevados de concreto o acero.

La capacidad de un tanque de regulación debe obtenerse para el día de máximo consumo, cumpliendo que el volumen de agua que ingresa al tanque sea igual al volumen de agua que sale del mismo.

#### D) Tratamiento:

Al decir tratamiento se refiere a los procesos que de alguna manera sean capaces de alterar favorablemente las condiciones del agua y esta sea apta para su utilización. Cuando se le da un tratamiento con el fin de que sea apta para beber por el humano se le llama potabilización, es cuando entra en juego el ingeniero civil con una planta potabilizadora.

Los objetivos de una planta potabilizadora son: proporcionar agua segura para el consumo humano, ser estéticamente aceptable y económica.

El tratamiento consiste básicamente en coagular las partículas suspendidas que causen turbiedad, sabor, olor y color para que posteriormente puedan ser removidas por sedimentación y coagulación.

#### E) Almacenamiento y regularización:

El almacenamiento para distribución propiamente se entiende que es un volumen almacenado y listo para su distribución. Al ser casi iguales las demandas sobre la fuente, la conducción y la distribución no se requieren vasos de almacenamiento de gran tamaño. Se mejoran los gastos y las presiones del sistema. Se dispone de reservas en caso de contingencias, tales como incendios o fallas en la corriente eléctrica.

La regularización tiene por objeto transformar el régimen de alimentación de agua proveniente de la fuente, ya que este es constante en comparación con el régimen de demanda que es variable, ya que la población incrementa su consumo por la mañana y por la noche, y desciende al mediodía y en la madrugada.

#### F) Distribución:

Seguido de la regularización, el sistema de distribución debe proporcionar el agua a los consumidores. Es de suma importancia el sistema de distribución ya que más de la mitad de la inversión del sistema de abastecimiento corresponde a una correcta distribución.

Para ser adecuado un sistema de distribución debe tener la capacidad de proporcionar un amplio suministro de agua potable, debe mantener las presiones

adecuadas para los usos correspondientes, al igual que debe proporcionar el abastecimiento necesario para la protección contra incendios.

El sistema de distribución incluye bombas, tuberías, válvulas de regularización, tomas domiciliarias, líneas principales y medidores.

### **1.3. Tipos de red de distribución.**

En las ciudades la mayor parte de las obras de redes de distribución son para mejorar o ampliar el servicio existente, en su minoría es para dar servicio a zonas nuevas o aisladas. Partiendo de eso llamamos dos tipos de proyecto denominados rehabilitación y nuevos.

Los tipos, esquemas y/o configuraciones según la CNA (2007), se refieren a la forma en que enlazan o trazan las tuberías de la red de distribución para así abastecer las tomas domiciliarias. Se tienen tres posibles configuraciones de la red: a) cerrada, b) abierta y c) combinada o mixta.

Una red cerrada tiene forma de malla, sus tuberías forman al menos un circuito, la principal ventaja de diseñar una red cerrada es en el caso de una falla ya que el agua puede tomar trayectorias alternas para abastecer una zona de la red, esto con ayuda de válvulas de seccionamiento, su desventaja es la dificultad de localizar las fugas.

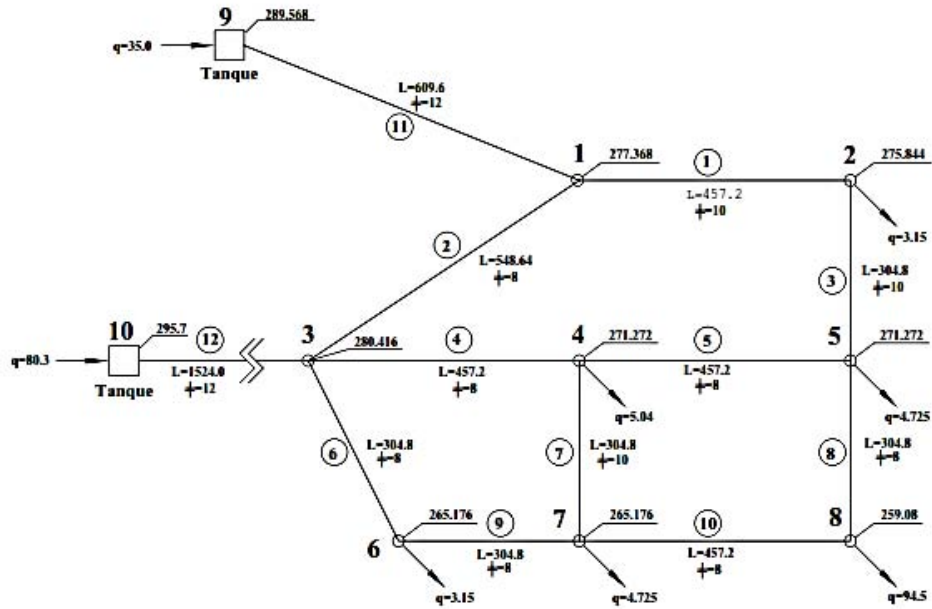


Figura 1.3 Red cerrada de distribución de agua potable

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Redes de distribución); 2007; 91

La red abierta se compone de tuberías que se ramifican sin formar circuitos, su uso es cuando la planimetría y topografía son irregulares dificultando la formación de circuitos, o cuando el poblado es muy pequeño y/o disperso. Tiene la desventaja de que en los extremos muertos pueden formarse crecimientos bacterianos y sedimentación, además en reparaciones se interrumpe el servicio más allá del punto de reparación y en el caso de alguna ampliación a la red su presión disminuirá en los extremos.

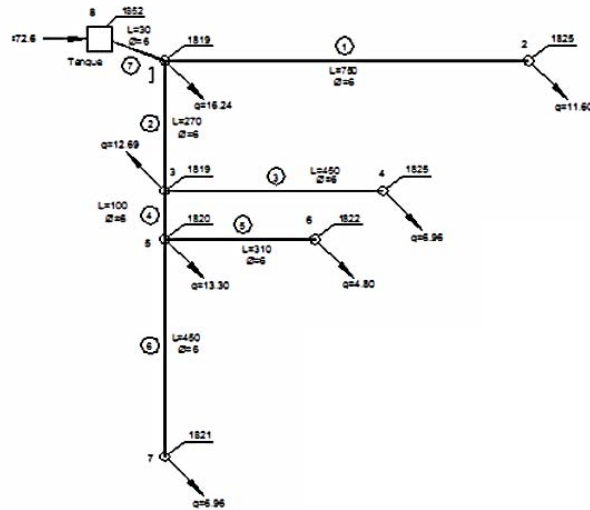


Figura 1. 4 Red abierta de distribución de agua potable

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Redes de distribución); 2007; 88

#### 1.4 Presión.

“A la fuerza normal por unidad de área se le llama presión” (Tippens:2007; 304). Es decir, la fuerza depende del área donde actúa, a mayor espacio de apoyo menor será la presión efectiva. La unidad de presión es la relación entre unidad de fuerza sobre unidad de área.

Es necesario puntualizar que de acuerdo con Tippens (2007), la fuerza ejercida sobre un fluido es diferente a como lo hace en un sólido. Dado que en un sólido soporta la carga sin que cambie apreciablemente su forma. En un líquido puede soportar la fuerza solamente en una superficie o frontera cerrada, si no se encuentra restringido su movimiento empezará a fluir por el efecto del esfuerzo cortante, esto en lugar de deformarse elásticamente. “La fuerza que ejerce un fluido sobre las paredes del

recipiente que lo contiene siempre actúa en forma perpendicular a esas paredes.”  
(Tippens: 2007; 305)

“La presión del fluido en cualquier punto es directamente proporcional a la densidad del fluido y a la profundidad bajo la superficie del fluido.”  
(Tippens:2007; 306)

$$P = \rho gh$$

### **Principio de Pascal y Principio de Arquímedes.**

Ley de Pascal:

“Una presión externa aplicada a un fluido confinado se transmite uniformemente a través del volumen del líquido” (Tippens: 2007; 308), con esto entendemos que al aplicar una presión en algún punto del fluido esta se transmitirá con la misma intensidad en todo el fluido.

La aplicación de este principio es en la prensa hidráulica, utilizada en mecanismos que funcionan a base de fuerza hidráulica como lo son la maquinaria pesada para movimiento de tierras, el sistema de frenos de los automóviles, los amortiguadores, el gato hidráulico, entre muchos otros. Funciona en base a ejercer una fuerza de entrada que será igual a la de salida, y esta se puede multiplicar con tan sólo utilizar un embolo de salida con un área mayor que la del embolo de entrada.

Principio de Arquímedes:

Arquímedes fue el primero en estudiar el empuje vertical ejercido por un fluido, el principio de Arquímedes dice: “Un objeto que se encuentra parcial o totalmente

sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente (empuje) igual al peso del fluido desalojado.” (Tippens: 2007; 311)

En otras palabras la densidad del objeto será determinante, un objeto con una densidad menor a la del fluido recibirá una fuerza hacia arriba al estar sumergido, por tanto el cuerpo flotará hasta el punto de mantenerse en equilibrio los pesos objeto-fluido.

### **Medición de la presión.**

Tippens (2007) menciona, cualquier fluido en un recipiente abierto estará sujeto a la presión atmosférica y a su propia presión debida a su peso. La mayoría de los dispositivos que permiten medir la presión de una manera directa realmente están midiendo la diferencia entre la presión absoluta menos la presión atmosférica, dando como resultado la presión manométrica. La presión real en un punto de un fluido es la presión absoluta.

El manómetro es un aparato para medir la presión manométrica, consiste en un tubo en forma de U que contiene un líquido, generalmente mercurio, ambos lados abiertos el mercurio buscará su propio nivel, al conectarse a una cámara presurizada el mercurio se eleva en el tubo hasta igualarse las presiones, y la diferencia de alturas entre los dos niveles de mercurio es la medida de la presión manométrica.

El barómetro de mercurio es otro dispositivo para medir la presión atmosférica, consiste en un tubo largo de vidrio lleno de mercurio, con un sólo extremo abierto, que posteriormente se tapa y se sumerge invertido dentro de algún recipiente con mercurio,



la altura de la columna por arriba del nivel de mercurio en el recipiente indica la presión atmosférica.

### **1.5. Flujo en los fluidos.**

De acuerdo con Tippens (2007), todos los fluidos en movimiento muestran una corriente laminar o flujo aerodinámica, el cual es que todas las partículas del fluido en movimiento siguen la misma trayectoria.

Pinzón (1973) y Resnick (1999) clasifican de varias maneras el flujo en los fluidos de:

1. Régimen estable o de régimen variable. Se dice que es un régimen estable cuando la velocidad del fluido en cualquier punto no varía con el tiempo, es decir, en cualquier punto del fluido la velocidad de la partícula del fluido que pasa siempre es la misma. En cambio en el flujo de régimen variable las velocidades son en función del tiempo, en el caso de n flujo turbulento, tal como los rápidos de un río, las velocidades cambiarán drásticamente de un punto a otro y también en instantes.
2. Compresible e incompresible. Se considera que los líquidos son incompresibles ya que considerando constante la densidad, sin tomar en cuenta posición y tiempo, retomamos la idea de que un fluido es incompresible.
3. Viscoso y no viscoso. La viscosidad en el movimiento de los fluidos es el análogo al rozamiento en el movimiento de los sólidos. Se considera que un

fluido es no viscoso cuando fluye de tal manera que no desprende energía a través de fuerzas viscosas.

4. Rotacional o irrotacional. Si un elemento de un fluido en algún punto no tiene movimiento rotacional alrededor de su centro de masa, el flujo es irrotacional. En cambio el flujo rotacional incluye al movimiento vertical, tal es el caso de los remolinos.

Generalmente el estudio que se realice de la dinámica de los fluidos, en su mayor parte, quedará restringido al flujo como estacionario, irrotacional, incompresible y no viscoso. Sin embargo, esto no es una constante.

#### **1.6. Líneas de corriente y ecuación de continuidad.**

La velocidad en un punto ( $P$ ) de un flujo estacionario es constante con el tiempo. Si se toma que  $\mathbf{v}$  y  $\mathbf{P}$  no cambian con el tiempo toda partícula que llegue a  $\mathbf{P}$  pasará por ahí con la misma rapidez e igual dirección. Considerando esto, si trazamos la trayectoria de la partícula, esta curva indicará la trayectoria seguida por toda partícula que llegue a  $P$ . Dicho trazo se llama línea de corriente.

Una línea de corriente siempre será paralela a la velocidad de las partículas del fluido en cualquier punto, por tanto, dos líneas de corriente no pueden cruzarse entre sí, ya que si lo hicieran, el flujo sería estacionario. Ahora que un haz de líneas de corriente forman un flujo de tubo, según lo menciona Pinzón (1973).

La ecuación de continuidad.

Según lo que menciona Pinzón (1973), esta ecuación es un enunciado de la conservación de la masa. Para un flujo de régimen estacionario nos dice que el fluido entra por un extremo y sale por otro, es decir, el flujo que pasa a través de cada sección del tubo es constante.

### **1.7. Ecuación de Bernoulli.**

De acuerdo con Tippens (2007), son cuatro parámetros importantes: presión, densidad, velocidad y altura. Son integrados en la ecuación de Bernoulli para describir los fluidos en movimiento. Es el enunciado de la conservación de la energía para un flujo de régimen estable, irrotacional, incompresible y no viscoso:

$$p + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho g y = cte$$

Esta ecuación es aplicable en casi todos los aspectos del flujo en los fluidos. Considérese que  $P$  es la presión absoluta y no la manométrica, y  $\rho$  es la densidad mas no el peso específico del fluido, y todas las unidades de la ecuación de Bernoulli son unidades de presión.

### **1.8. Red de distribución.**

La CNA (2007) define la red de distribución como el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que han de conducir el agua desde el tanque de servicio o distribución hasta las tomas domiciliarias o algún hidrante público. Con la finalidad de proporcionar a los usuarios agua para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para sucesos extraordinarios como lo es extinguir incendios.

Esta red debe cumplir con abastecer todo el tiempo, en la cantidad suficiente, la presión adecuada y la calidad requerida. Para que pueda considerarse como agua potable debe de cumplir con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1 vigente.

De acuerdo con César (1994) una vez disponible agua en el tanque de regularización a través de un sistema de distribución, debe de ponerse a disposición de los habitantes, este debe ser capaz de distribuir agua potable en la cantidad adecuada y con las presiones suficientes en el momento que se requiera dentro de la zona de servicio.

Las redes de distribución se clasifican como sistemas en malla, ramificados y combinados. Esta clasificación depende de la trayectoria de las calles, la topografía, el grado y desarrollo del área, de la localización de las obras de tratamiento y de regularización.

El sistema ramificado, o sistema abierto, trabaja como un árbol, la línea de alimentación es el tronco del cual se derivan todas las demás ramas. No es muy recomendable este sistema ya que en los extremos de las ramas pueden presentarse bacterias y sedimentos debido al estancamiento, cuando es necesario hacer reparaciones de algún punto se corta el servicio a todas las demás ramas que estén más adelante, la presión en los extremos no se garantiza si llega a haber ampliaciones en la red. Por tanto, este sistema solo se llega a utilizar cuando la topografía y el alineamiento de las calles no permitan tener circuitos o que los predios sean muy dispersos.

En el sistema en malla, o sistema cerrado, se encuentran totalmente interconectadas todas las tuberías y no hay terminales o extremos muertos, por lo que las desventajas del sistema ramificado quedan cumplidas, sin embargo, su diseño es más complicado.

Como su nombre lo dice, el sistema combinado es una combinación del sistema ramificado y el sistema en malla, esto debido a ampliaciones o requerimientos de ramas más alejadas del sistema en malla lo que da lugar a contar con ramas abiertas. Este sistema tiene la gran ventaja de suministrar agua a alguna área desde más de una dirección, esto con el uso de alimentadores en circuito.

#### **1.8.1. Componentes de una red de distribución.**

Según la CNA en Redes de distribución (2007), menciona que una red de distribución de agua potable se compone de:

##### a) Tuberías:

Son el conjunto de tubos de sección circular y su sistema de unión. Una red de distribución está formada por un conjunto de tuberías que se unen en diversos puntos llamados nudos o uniones. De acuerdo a su función puede dividirse en red primaria y red secundaria.

En la selección del material intervienen diversos factores tales como: resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de conexión y reparación, y primordialmente la conservación del agua.

A continuación se presentan características de los tipos de tuberías:

Tuberías de plástico, se fabrican de policloruro de vinilo (PVC) y de polietileno de alta densidad (PEAD).

Los tubos de policloruro de vinilo se fabrican de color blanco de acuerdo a la Norma Mexicana NMX- E-143 vigente, donde se clasifican de acuerdo a su sistema de unión en un sólo tipo y un solo grado de calidad como Espiga-campana y por su resistencia a la presión del trabajo en cinco clases (sistema métrico).

Clase	Presión máxima de trabajo	
	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>
5	0.5	5
7	0.7	7
10	1.0	10
14	1.4	14
20	2.0	20

Tabla 1.1 Presión máxima de trabajo en tuberías de PVC

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Redes de distribución); 2007;16

La serie métrica de tubos de PVC se fabrica en diámetros nominales de 50 a 630mm (50, 63, 80, 100, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500 y 630mm) con una longitud efectiva de seis metros.

La junta espiga-campana se forma al insertar el extremo liso del tubo en el extremo campana del siguiente tubo, para garantizar una hermeticidad se coloca un anillo de material elástico. La ventaja de esta unión es su función como junta de dilatación, así como permitir deflexión y realizar la prueba hidrostática al terminar su instalación.

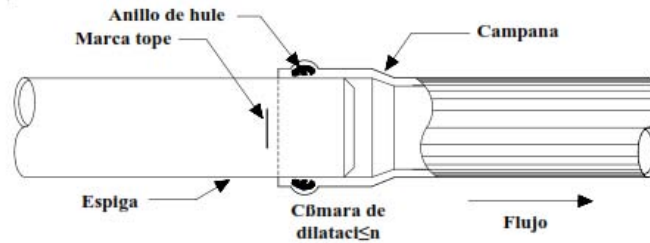


Figura 1.3. Unión espiga-campana en tubería de PVC

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Redes de distribución; 2007; 17)

Los tubos de polietileno (PE), serie métrica, se fabrican de acuerdo a las especificaciones vigentes en la Norma Mexicana NMX-E-144, en color negro, cilindro y sin costura. Pueden utilizarse en la conducción de agua potable, agua para riego y residuos industriales a presiones y temperaturas variables.

Se clasifican de acuerdo a la densidad de la materia prima en tres tipos:

- Tipo I, tubos de polietileno de baja densidad (PEBD) ( $0.9$  a  $0.925$   $\text{g/cm}^3$ ) con un esfuerzo de diseño de  $2.45$  MPa ( $25$   $\text{kg/cm}^2$ )
- Tipo II, tubos de polietileno de media densidad (PEMD) ( $0.926$  a  $0.940$   $\text{g/cm}^3$ ) con un esfuerzo de diseño de  $3.13$  MPa ( $32$   $\text{kg/cm}^2$ )
- Tipo III, tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) (mayor o igual  $0.941$   $\text{g/cm}^3$ ) con un esfuerzo de diseño de  $4.90$  MPa ( $50$   $\text{kg/cm}^2$ ) y por su presión máxima de trabajo en cinco clases:

Clase	Presión máxima de trabajo	
	MPa	Kgf/cm <sup>2</sup>
2.5	0.25	2.5
4	0.39	4
6	0.59	6
8	0.78	8 </td
10	0.98	10

Tabla 1.2 Presión máxima de trabajo en tuberías de PE

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Redes de distribución; 2007; 18

Tuberías de fibrocemento.

Se fabrican con cemento, fibras de asbesto y sílice según la Norma Mexicana NMX-E-012 vigente. Los extremos son en espiga, por lo que para su unión se dispone de un tubo corto con ambos extremos en disposición en campana.

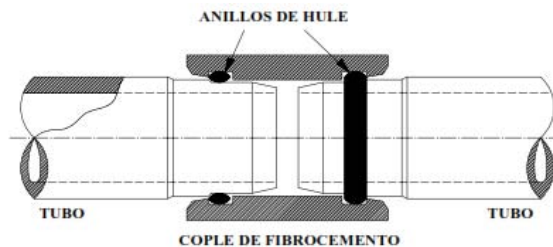


Figura 1.4 Unión por medio de coples de fibrocemento.

Fuentes: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Redes de distribución; 2007; 20

Tuberías de hierro fundido.

Estos tubos pueden ser unidos con distintos tipos de juntas: bridas, mecánica, enchufe-bola o submarina, y espiga-campana con anillo de hule. Sus ventajas del



hierro dúctil son su durabilidad, alta resistencia mecánica, alta resistencia a la corrosión, así como libre de mantenimiento.

#### Tuberías de concreto.

Son más utilizados en las líneas de conducción que en las redes de distribución, debido a su tamaño. Entre sus ventajas destacan su alta resistencia mecánica, especialmente resiste cargas muertas, alta capacidad de conducción, larga vida útil y bajo mantenimiento. Y sus desventajas son la corrosión en condiciones ácidas o alcalinas, la dificultad que presenta a repararse así como lo complicado que puede representar realizar conexiones en comparación con otros materiales.

#### Tuberías de acero.

Son utilizadas cuando se tienen altas presiones y se requieren grandes diámetros. A diferencia de las tuberías de concreto estas se pueden emplear en instalaciones expuestas y en caso de ser enterradas se protegen con un recubrimiento exterior. En redes de distribución se utilizan diámetros pequeños los cuales generalmente son revestidos con zinc tanto en el interior como en el exterior, en cuyo caso se le denomina galvanizado.

#### b) Piezas especiales:

Son accesorios que se emplean para las ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros.

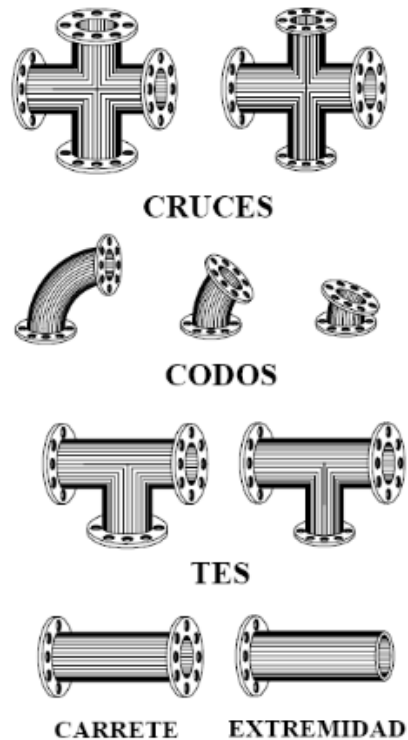


Figura 1.5 Piezas especiales de hierro fundido con extremos bridados

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Redes de distribución);2007;30

### c) Válvulas:

Son accesorios utilizados para disminuir o evitar el flujo en las tuberías. Según su función se clasifican en válvulas de aislamiento o seccionamiento y válvulas de control.

Se dividen en dos grupos según su función: A) Aislamiento o seccionamiento y B) Control. Según su función las válvulas de aislamiento pueden ser: de compuerta, de mariposa, o de asiento, las de asiento pueden cumplir las dos funciones; y las de control pueden ser: de altitud, de admisión y expulsión de aire, controladoras de

presión, de globo, de retención (check), o de vaciado (desagüe). En las siguientes imágenes se muestran algunos ejemplos.



Figura 1.6 Válvulas de aislamiento (Compuerta, Mariposa y de Asiento)

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Redes de distribución); 2007, 34

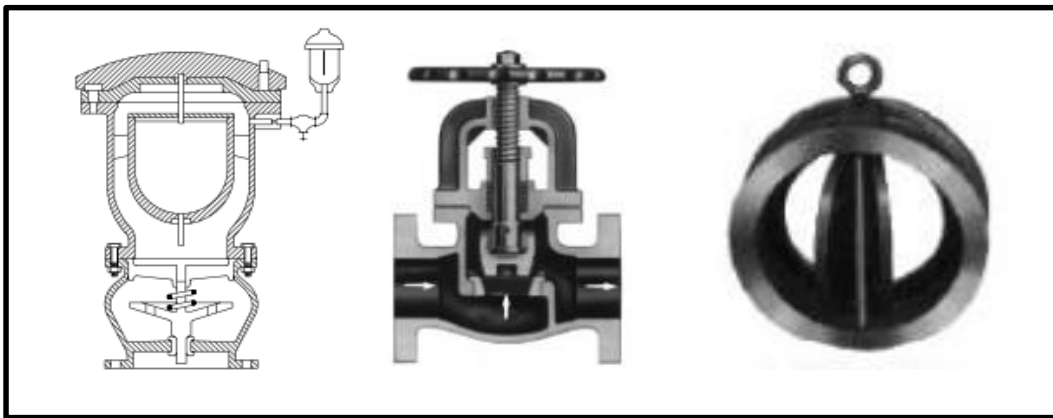


Figura 1.7 Válvulas de control (Admisión y expulsión, Globo y Check)

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Redes de distribución); 2007; 38

d) Hidrantes:

Es una conexión especial instalada en determinados puntos de la red, puede tener el propósito de abastecer a varias familias un hidrante público, o de conectar una manguera o bomba para combatir fuego un hidrante contra incendios.

El hidrante público se requiere en poblaciones pequeñas donde las condiciones económicas no permitan que el servicio sea instalado hasta el predio de cada usuario. El agua obtenida del hidrante público es llevada a donde se requiera por medio de cubetas o recipientes.

e) Tanques de distribución:

Es un depósito comúnmente situado entre la captación y la red de distribución que tiene por objeto almacenar el agua proveniente de la fuente. El tanque debe permitir regular la distribución o prever fallas en la distribución, aunque en ocasiones suele cumplir las dos funciones.

f) Tomas domiciliarias:

Es el conjunto de piezas y tubos que permiten el abastecimiento desde una tubería conectada a la red de distribución hasta el predio del usuario, así como la instalación de un medidor.

g) Rebombes:

Son instalaciones de bombeo comúnmente puestas en puntos intermedios de las líneas de conducción y excepcionalmente en redes de distribución. Tienen el

objetivo de elevar la carga hidráulica cuando se requiera para así mantener la circulación del agua en las tuberías.

En una red de distribución se utilizan cuando se requieren interconexiones entre tanques que abastecen diferentes zonas, cuando es necesaria una transferencia de agua de una línea ubicada en partes bajas al tanque de regularización de una zona alta y cuando es necesario un incremento de presión en una determinada zona.

h) Cajas rompedoras de presión:

Depósito con superficie libre del agua y un volumen relativamente pequeño, cuyo objetivo es permitir la descarga de flujo y con esto eliminar la presión hidrostática y así establecer un nuevo nivel estático agua abajo.

### **1.8.2. División de una red de distribución.**

De acuerdo con César (1994) un sistema de distribución se encuentra conformado por una red de tuberías de alimentación, tuberías principales y secundarias y finalmente las tomas domiciliarias, esta designación se da según el diámetro y la posición en la que se encuentren con respecto a las demás tuberías, a continuación se explica con más detalle:

a) Líneas de alimentación:

En esta línea fluye el gasto máximo horario, es decir, el total del gasto considerado para distribuirse, por lo que el diámetro de la tubería resulta ser el mayor. Aunque puede considerarse que haya más de un tanque de regularización, por lo que según sea el número de tanques así será el número de líneas, sin embargo, la suma de los

gastos que fluyan debe ser igual al gasto máximo horario. En el caso que se trate de conducción por gravedad la línea de alimentación inicia en el tanque de regularización y termina en donde se realice la primera derivación. Si la conducción es por bombeo directo a la red con excedencias, la línea se origina en las estaciones de bombeo y termina en la primera inserción.

b) Tuberías primarias:

En el sistema en malla son las tuberías que conforman los circuitos, estas se encuentran con separaciones entre 400 y 600m. Así como en el sistema ramificado son la tubería troncal de la cual se harán las derivaciones. De esta línea se encuentran conectadas las tuberías secundarias o de relleno.

c) Tuberías secundarias o de relleno:

Son las tuberías conectadas a las principales necesarias para cubrir el área de proyecto.

d) Tomas domiciliarias:

Última tubería por la cual los habitantes reciben agua en su propio predio.

### **1.8.3. Formas de distribución.**

Menciona CNA (2007), que existen distintas maneras de distribución de agua a los usuarios según su función en las condiciones locales, éstas se describirán a continuación:

a) Por gravedad.

El agua de la fuente se encuentra en un punto elevado, o si no se bombea a un tanque elevado desde donde fluirá por gravedad hacia la población. De esta manera se mantiene una presión suficiente y casi constante en la red. Es la manera mas confiable y efectiva, debe de utilizarse siempre que la topografía lo permita contando con cotas de terreno lo suficientemente altas que garanticen las presiones necesarias en la red.

La tubería que abastece a la línea de conducción se diseña para el gasto máximo diario y la tubería de la línea de alimentación que abastece a la población se diseña con el gasto máximo horario en el día de máxima demanda.

b) Por bombeo.

Puede ser de dos maneras:

1) Bombeo directo a la red, sin almacenamiento.

Las bombas abastecen directamente a la línea de alimentación y a la red, diseñándose para masto máximo horario en el día de mayor demanda. No es un sistema muy recomendable, debido que, si hay una falla en el sistema eléctrico se cortará el suministro en toda la población. También se debe considerar que, al variar el consumo en la red las presiones cambian, por tanto, se requiere contar con varias bombas para proporcionar el agua cuando sea necesario.

2) Bombeo directo a la red, con excedencias a tanque de regulación.

El tanque se ubica después de la red de distribución en un punto opuesto a la entrada del agua por bombeo. El exceso de agua bombeada a la red durante periodos de bajo consumo se almacena en el tanque y durante los periodos de alta demanda el agua del tanque se envía a la red para complementar a la distribuida por bombeo. En México no se ha demostrado que sea una forma de distribución muy adecuada por lo que sólo podrá utilizarse en casos excepcionales y deberá justificarse.



## **CAPÍTULO 2**

### **DATOS BÁSICOS.**

Para llevar a cabo el cálculo de cada uno de los elementos que conforman el sistema de abastecimiento de agua potable será necesario definir algunos datos que deberán ser recabados. Si estos datos no se apegan a la realidad los sistemas podrían verse alterados sobredimensionándose, lo cual ocasionaría altos costos, o al contrario ser deficiente y por tanto no cumplir con los requerimientos.

En el presente capítulo se explican los conceptos básicos más importantes para el diseño de un proyecto de agua potable.

De acuerdo con la CNA en la determinación de los datos básicos, para diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado de una localidad, es conveniente obtener previamente al cálculo la mayor cantidad de la siguiente información:

- a) Población actual y de los tres censos anteriores (mínimo).
- b) Número de habitantes por vivienda (densidad de población), de la localidad en estudio.
- c) Población por estrato socioeconómico.
- d) Tipo de vivienda y su distribución en la localidad.
- e) Plano de la localidad actualizado.
- f) Plan de desarrollo urbano en la localidad (última versión).

- g) Registro de usuarios de la Comisión Federal de Electricidad o Compañía de luz, por tipo de usuario y cobertura del servicio.
- h) Padrón de usuario del Organismo Operador, por tipo de usuario y cobertura del servicio.
- i) Registro de catastro municipal, por tipo y uso de construcción.
- j) Facturación del padrón de usuarios del organismo operador incluyendo volúmenes consumidos y volúmenes no facturados por tipo de usuario.
- k) Variación de temperatura anual.
- l) Las costumbres de uso del agua en la población.
- m) Material de tuberías de las redes de agua potable y alcantarillado.
- n) Tipo de suelo en donde se instalará la tubería.
- o) Pérdidas de agua de localidades similares.
- p) Plan maestro de la localidad o estudio de factibilidad.
- q) Planos de las redes de agua potable y alcantarillado.

Los datos anteriores se pueden obtener de diversas fuentes, tales como proveedores de equipo, consultores en estudios socioeconómicos, oficina de planificación municipal, escuelas e institutos de educación media, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), oficinas de catastro estatal y municipal, oficinas de Obras Públicas Municipales, Organismo Operador del sistema de agua

potable y alcantarillado de la localidad, Gerencias de la Comisión Nacional del Agua y oficinas de la Comisión Federal de Electricidad, entre otros.

## **2.1. Población de proyecto.**

Se entiende por población de proyecto a los habitantes que servirá algún proyecto en un periodo determinado. Según César (1994) el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable se basa en una estimación de la población futura a la cual servirá dicho sistema, esta población la denominamos población de proyecto, es el número de habitantes que harán uso del sistema hasta su último día del periodo de diseño previamente establecido.

En términos de economía el dato de población de proyecto es esencial, ya que de su mayor aproximación posible dependerá que la obra logre cumplir su objetivo futuro, y al ser un dato sin tanta incertidumbre logrará economizar el proyecto.

Existen dos factores básicos del cambio en la población, los cuales son:

a) Aumento natural de población, es decir, un exceso de nacimientos mayor a los de muerte.

b) La migración neta, es decir, aumentos y descensos de población por causas que sean del movimiento de las familias hacia otras áreas.

Sin embargo, estos factores no son determinantes ya que en el caso del aumento natural no se puede tener una constante en las tasas de natalidad y muerte. La migración neta se puede considerar un poco más constante en determinados lapsos de años según las condiciones socio-económicas del lugar.

La mejor base para estimar las tendencias de la población futura de alguna comunidad es analizando sus datos pasados de crecimiento, estos datos se pueden obtener de los censos levantados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, los cuales se realizan cada 10 años. Estos datos se utilizarán en los modelos matemáticos tales como el aritmético, geométrico, parabólico, etc.

Los métodos matemáticos que se aplican en el cálculo de la población futura del país, se basan en ecuaciones que expresan el crecimiento demográfico en función del tiempo, dicho crecimiento medido y expresado en una tasa o en un porcentaje de cambio, se obtiene a partir de la observación o estimación del volumen poblacional en dos o más fechas del pasado reciente. Por lo general, los censos de población, realizados con un intervalo aproximado de diez años, permiten dicha medición.

Los métodos matemáticos que se aplican en el cálculo de la población futura del país, se basan en ecuaciones que expresan el crecimiento demográfico en función del tiempo. El uso de estos métodos tiene algunas de las siguientes limitaciones:

a) Dificultad para establecer la función más adecuada que determine el comportamiento real de la población.

b) No considera la estructura por edad de la población, según sexo y grupos de edad, y sus interrelaciones.

c) Sólo sirven para proyectar a corto plazo.

Método geométrico por incremento medio anual en el por ciento.

Un crecimiento de la población en forma geométrica o exponencial, supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo, pero en número absoluto, las personas aumentan en forma creciente.

El crecimiento geométrico se describe a partir de la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa + Pa \left( \frac{\% Im * N}{100} \right)$$

Donde:

Pf : Población futura

Pa : Población actual

% Im : Coeficiente en por ciento

N : Años de proyecto

Modelo aritmético.

Este método supone un crecimiento constante de la población, la cual significa que la población aumenta o disminuye en el mismo número de personas.

El uso de éste método para proyectar la población tiene ciertas implicancias. Desde el punto de vista analítico implica incrementos absolutos constantes lo que demográficamente no se cumple ya que por lo general las poblaciones no aumentan numéricamente sus efectivos en la misma magnitud a lo largo del tiempo. Por lo

general, este método se utiliza para proporciones en plazos de tiempo muy cortos, básicamente para obtener estimaciones de población a mitad de año.

El crecimiento aritmético de la población se describe en base a la siguiente fórmula:

$$Pf = \frac{(Pa - Pi) * N}{n} + Pa$$

Donde:

Pf : Población futura

Pa : Población actual

Pi : Población inicial

N : Años de proyecto

n : Número de años

Método por incremento medio total.

Está basado en suponer que la población tendrá un incremento análogo al que sigue un capital primitivo sujeto al interés compuesto, en el que el rédito es el factor de crecimiento, esto es:

$$Pf = Pa (1 + r)^n$$

Donde :

Pf : Población futura

Pa : Población actual

r : factor de crecimiento o tasa

n : Años de proyecto

Método de Malthus

Corresponde a la expresión de crecimiento exponencial el cual se aplica a una magnitud tal que su variación en el tiempo es proporcional a su valor, lo que implica que crece muy rápidamente en el tiempo.

La fórmula correspondiente es:

$$Pf = Pa * (1 + \Delta)^x$$

Donde :

Pf : Población futura

Pa : Población actual

$\Delta$  : Incremento medio

x : número de periodos decenales a partir de Pa

Método mínimos cuadrados.

Consiste en calcular la población de proyecto a partir de un ajuste de los resultados obtenidos en censos anteriores, a una recta o curva, de tal modo que los puntos pertenecientes a éstas difieran lo menos posible de los datos observados.

$$Pf = ( a + b * x )$$

Donde :

Pf : Población futura

a : Término constante de regresión lineal

b : Coeficiente de regresión lineal

x : Años de proyecto

## **2.2. Periodo de diseño y vida útil de las obras.**

De acuerdo con César (1994) se entiende por periodo de diseño al número de años para el cual se proponga que el sistema será eficiente para lograr satisfacer las necesidades de la comunidad de proyecto. Este dicho periodo debe ser menor a la vida útil, es decir, que sea un tiempo razonable que se espera funcione para los propósitos propuestos sin generar costos de operación y mantenimientos muy elevados haciéndolo antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

Los períodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, que están en función del costo del dinero, esto es, de las tasas de interés real, entendiéndose por tasa de interés real el costo del dinero en el mercado menos la inflación. Mientras más alta es la tasa de interés es más conveniente diferir las inversiones, lo que implica reducir los períodos de diseño. Cabe señalar que no se deben desatender los aspectos financieros, estos es, los flujos de efectivo del



Organismo Operador que habrá de pagar por las obras y que la selección del período de diseño habrá de atender tanto al monto de las inversiones en valor presente como a los flujos de efectivo.

ELEMENTO	PERIODO DE DISEÑO (años)
Fuente, Pozo, Embalse (presa)	5 a 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta potabilizadora	de 5 a 10
Estación de bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución Secundaria	a saturación (*)
Red de atarjeas	a saturación (*)
Colector y emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

(\*) En el caso de distribución secundaria y red de atarjeas, por condiciones de construcción difícilmente se podrá diferir la inversión.

Tabla 2.1 Periodos de diseño para elementos de sistemas de agua potable y alcantarillado

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Datos básicos); 2007; 47

La vida útil es el tiempo que se espera que la obra sirva a los propósitos de diseño, sin tener gastos de operación y mantenimiento elevados, que hagan antieconómico su uso o que requiera ser eliminada por insuficiente.

Este período está determinado por la duración misma de los materiales de los que estén hechos los componentes, por lo que es de esperar que este lapso sea mayor que el período de diseño. Otros factores que determinan la vida útil de las obras de agua potable y alcantarillado son la calidad del agua a manejar y la operación y mantenimiento del sistema.

La vida útil depende de diversos factores, entre los más importantes destacan los siguientes:

- a) La calidad de los materiales utilizados, así como la calidad en la construcción.
- b) La calidad de los equipos electromecánicos y de control.
- c) Calidad del agua a manejar.
- d) El diseño del sistema.
- e) Operación y mantenimiento dado al sistema.

Así como para el periodo de diseño es necesario considerar los siguientes factores:

- a) La vida útil de las estructuras y equipos
- b) La posibilidad que exista de ampliar las obras existentes o planeadas.
- c) Previsión de los crecimientos urbanos, comerciales o industriales.
- d) Las tasas de interés sobre los adeudos.
- e) Las condiciones propias del crédito en cuanto a la duración del mismo.
- f) El comportamiento de las obras durante los primeros años, es decir cuando aún no se encuentran operando en toda su capacidad.

En la selección de la vida útil, es conveniente considerar que generalmente la obra civil tiene una duración superior a la obra electromecánica y de control. Asimismo, las tuberías tienen una vida útil mayor que los equipos, pero no tienen la flexibilidad de

éstos, puesto que se encuentran enterradas. Tampoco hay que olvidar que la operación y mantenimiento es preponderante en la duración de los elementos, por lo que la vida útil dependerá de la adecuada aplicación de los programas preventivos correspondientes. Los valores de la siguiente tabla son considerando una buena operación, mantenimiento y suelos no agresivos.

ELEMENTO	VIDA ÚTIL (Años)
Pozo:	de 10 a 30
• Obra civil	de 8 a 20
Línea de conducción	de 20 a 40
Planta potabilizadora:	40
• Obra civil	de 15 a 20
Estación de bombeo:	40
• Obra civil	de 8 a 20
Tanque:	20
• Elevado	40
Red de distribución primaria	de 20 a 40
Red de distribución secundaria	de 15 a 30
Red de atarjeas	de 15 a 30
Colector y emisor	de 20 a 40
Planta de tratamiento	
a) Obra civil	40
b) Equipo electromecánico	de 15 a 20

Tabla 2.2. Vida útil de elementos de un sistema de agua potable y alcantarillado

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Datos básicos); 2007; 48

### **2.2.1. Periodo económico de diseño.**

La construcción de este tipo de obras genera fuertes inversiones, por lo cual deben proyectarse para ser eficientes a una mayor población de la existente cuando se elabore el proyecto de agua potable y alcantarillado.

Consecuencia de ello es que el lapso en que se proyecte que proporcione un servicio eficiente sea amplio, más no tanto que llegue a generar excesivos gastos que harán un considerable aumento en la obra.

La determinación del periodo de tiempo durante el cual se proyecte proporcionar un servicio eficiente, es al que se conoce como periodo económico de la obra. Esta también debe hacerse atendiendo a la vida útil de los materiales que se utilicen en la construcción de dicha obra y del equipo mecánico que sea necesario para su operación, ya que en un futuro estos costos de reparación harán incosteables el funcionamiento del sistema.

## **2.3. Proyectos de agua potable.**

### **2.3.1. Consumo.**

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios, sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades de m<sup>3</sup>/día o l/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza l/hab/día.

El consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuarios, se divide según su uso en: doméstico y no-doméstico; el consumo doméstico, se subdivide según la clase socioeconómica de la población en residencial, medio y popular (tabla

2.3). El consumo no doméstico incluye el comercial, el industrial y de servicios públicos; a su vez, el consumo industrial se clasifica en industrial de servicio e industrial de producción.

El consumo de agua doméstico se refiere al agua usada en las viviendas, este depende principalmente del clima y la clase socioeconómica de los usuarios, el consumo medio por clase socioeconómica varía por distintas causas, ejemplo la presión en la red, la intermitencia en el servicio, la suficiencia del abastecimiento del agua, la existencia del alcantarillado sanitario, así como el costo del agua

CLASE SOCIOECONÓMICA	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VIVIENDA
Residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o más baños, jardín de 50 m <sup>2</sup> o más, cisterna, lavadora.
Media	Casas y departamentos, que cuentan con uno o dos baños, jardín de 15 a 35 m <sup>2</sup> y tinaco.
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias, que cuentan con jardín de 2 a 8 m <sup>2</sup> , con un baño o compartiéndolo.

Tabla 2.3. Tipos de usuarios domésticos

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Datos básicos); 2007; 9

El consumo de agua no-doméstico como se había mencionado se subdivide en consumo comercial, es el que se brinda en zonas de comercios y servicios por personas que no habitan en ellas.

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA
Oficinas (cualquier tipo)	20 l/m <sup>2</sup> /día (a)
Locales comerciales	6 l/m <sup>2</sup> /día (a)
Mercados	100 l/local/día
Baños públicos	300 l/bañista/regadera/día (b)
Lavanderías de autoservicio	40 l/kilo de ropa seca
Clubes deportivos y servicios privados	150 l/asistente/día (a, b)
Cines y teatros	6 l/asistente/día (b)

Tabla 2.4 Consumo mínimo en comercios

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Datos básicos); 2007; 51

Consumo industrial es el agua de usos para empresas, fábricas y hoteles; se determina en función del tipo de industria. Así mismo considerando el tipo de actividad industrial se subdivide en: A) industrial de servicios: hoteles y el consumo personal de los empleados y B) Industrial de producción: como su nombre lo dice para la producción del servicio dependiendo al tipo de industria que se trate.

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO DE AGUA (l/trabajador/jornada)
Industrias donde se manipulen materiales y sustancias que ocasionen manifiesto desaseo.	100
Otras industrias	30

Tabla 2.5. Consumo de servicio para el personal en las industrias

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Datos básicos); 2007;51

INDUSTRIA	RANGO DE CONSUMO (m <sup>3</sup> /día)
Azucarera	4.5 – 6.5
Química (c)	5.0 – 25.0
Papel y celulosa (d)	40.0 – 70.0
Bebidas	6.0 – 17.0
Textil	62.0 – 97.0
Siderúrgica	5.0 – 9.0
Alimentos	4.0 – 5.0

Tabla 2.6. Consumos para producción de algunos tipos de industria

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Datos básicos); 2007;51

Notas:

- a) Variable de acuerdo al producto.
- b) Se indican sólo los índices de celulosa.
- c) Se tomó como representativa la cerveza.
- d) Se tomó como representativos los alimentos lácteos.

Usos públicos, es el agua que se utiliza en instalaciones públicas, tales como de salud, educación, recreación, seguridad, riego de parques y jardines, combate de incendios, etc. En pequeñas localidades, salvo casos especiales, se considera innecesario proyectar sistemas de abastecimiento de agua potable que incluyan protección contra incendios. En localidades medianas o grandes, el problema debe ser estudiado y justificado en cada caso, de acuerdo con las características particulares, en coordinación con el H. Cuerpo de Bomberos, y en su caso considerar los valores que se dan de acuerdo a la Norma Técnica NT-008-CNA-2001 “Determinación de Consumos Unitarios de Agua Potable” que explica los procedimientos a seguir para este fin.

TIPO DE INSTALACIÓN	CONSUMO AGUA
SALUD: Hospitales, Clínicas y Centros de salud. Orfanatorios y asilos	800 l/cama/día 300 l/huésped/día
EDUCACIÓN Y CULTURA: Educación elemental Educación media y superior	20 l/alumno/turno 25 l/alumno/turno
RECREACIÓN: Alimentos y bebidas, entretenimiento (teatros públicos) Recreación social (deportivos municipales) Deportes al aire libre, con baño y vestidores. Estadios	12 l/comida 6 l/asiento/día 25 l/asistente/día 150 l/asistente/día 10 l/asiento/día
SEGURIDAD: Cuarteles, Reclusorios	150 l/persona/día
COMUNICACIONES Y TRANSPORTE: Estaciones de transporte Estacionamientos	10 l/pasajero/día 2 l/m <sup>2</sup> /día
ESPACIOS ABIERTOS: Jardines y parques	5 l/m <sup>2</sup> /día

Tabla 2. 7 Consumo para usos públicos.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento

(Apdo. Datos básicos); 2007;52

El consumo variará respecto al país e incluso de región a región, en las ciudades urbanas se consume mayor cantidad incluso que en las zonas rurales. Las condiciones climatológicas, hidrológicas, las costumbres locales y el género de actividades de los habitantes tendrá una influencia directa en las cantidades de agua consumida. Los factores específicos que determinan el consumo son los siguientes:

a) Cantidad de agua disponible



- b) Tamaño de la población
- c) Características de la población
- d) Clima
- e) Nivel económico
- f) Existencia de alcantarillado
- g) Clase de abastecimiento
- h) Calidad del agua
- i) Presión de la red
- j) Control de consumo

### **2.3.2. Dotación.**

"Se entiende por dotación, la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos de los servicios que se hacen en un día medio anual, incluyendo pérdidas." (César: 1994; 50). Por supuesto que esto se cumplirá si el sistema de abastecimiento es eficiente y suficiente, considerando el clima de la región, el número de habitantes, sus costumbres, el uso racional que se le dé y de las medidas de control contra fugas y desperdicios.

La CNA a través del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), desarrolló un estudio de actualización de dotaciones en el país, del que se obtuvo como resultado una serie de valores de consumo doméstico por clase socioeconómica y clima, que se dan según el cuadro 2.1 siguiente:

CLIMA	CONSUMO POR CLASE SOCIOECONÓMICA (l/hab/día)		
	RESIDENCIAL	MEDIA	POPULAR
CALIDO	400	230	185
SEMICÁLIDO	300	205	130
TEMPLADO	250	195	100

Tabla 2.8. Dotación de litros por habitante.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Abastecimiento de agua potable); 1994: 51.

TEMPERATURA MEDIA ANUAL: (°C)	TIPO DE CLIMA
Mayor que 22	Cálido
De 18 a 22	Semicálido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrío
Menor que 5	Frío

Tabla 2.9. Tipo de clima.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Abastecimiento de agua potable); 1994: 51.

La tabla 2.8 es aplicable para las poblaciones del país, esta expresado en litros diarios por habitante (Normas de proyecto para obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana. Dirección General de Agua Potable y Alcantarillado, SRH, 1974).

Estos datos están establecidos con aproximaciones de cifras del consumo por habitante en un día, sin embargo a falta de mediciones de consumo son suficientes las dotaciones medias citadas anteriormente, sin recurrir a teorizaciones para deducir específicamente cada una.

#### **2.4. Coeficientes de variación.**

Estos se derivan de la variación de la demanda, según los días de trabajo, las condiciones climatológicas entre otros. El consumo variará durante la semana. Así

como en algunos meses y estaciones se observan variaciones considerables, como ejemplo en tiempo caluroso el consumo podrá ser mayor hasta el punto de superar su demanda. Al igual que a lo largo de un mismo día se presentan puntas de demanda, siendo comúnmente la punta por la mañana al empezar las actividades y un mínimo aproximadamente a las cuatro de la madrugada.

Los requerimientos de agua para un sistema de distribución no son constantes durante el año, ni el día, sino que la demanda varía en forma diaria y horaria. Debido a la importancia de estas fluctuaciones para el abastecimiento de agua potable, es necesario obtener los gastos Máximo Diario y Máximo Horario, los cuales se determinan multiplicando el coeficiente de variación diaria por el gasto medio diario y el coeficiente de variación horaria por el gasto máximo diario respectivamente. La siguiente tabla 2.10 muestra los gastos utilizados para el diseño de las estructuras en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

TIPO DE ESTRUCTURA	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO DIARIO	DISEÑO CON GASTO MÁXIMO HORARIO
Fuentes de abastecimiento	X	
Obra de captación	X	
Línea de conducción antes del tanque de regulación	X	
Tanque de regulación	X	
Línea de alimentación a la red		X
Red de distribución		X

Cuadro 2.10 Gastos de diseño para estructuras de agua potable.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento  
(Apdo. Datos básicos); 2007; 14

Para la obtención de los valores de variación diaria y horaria se debe de hacer un estudio de la demanda de la localidad, por medio de sondeos, para lo cual el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua ha hecho estudios donde determinó la variación del consumo por hora y por día durante un periodo representativo en cada una de las estaciones del año, calculándose los coeficientes por clase socioeconómica y por clima; y del análisis de esta información se identificó que no hay una diferencia significativa entre el tipo de usuario, clima y estación por lo que la CNA asigno valores promedio.

De acuerdo a los lineamientos técnicos de la CNA, los valores oscilan en:

Coeficiente de Variación Diaria CVD 1.2 a 1.5

Coeficiente de Variación Horaria CVH 1.5 a 2.0

## **2.5. Gastos de diseño.**

### **2.5.1. Gasto medio diario.**

Es la cantidad de agua demandada en un día promedio de consumo. Este gasto se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{md} = \frac{P * D}{86400}$$

Donde:

$Q_{md}$  : Gasto medio diario, en l/seg

P : Número de habitantes

D : Dotación, en l/hab/día

86400 : representa los segundos de un día

### **2.5.2. Gasto máximo diario.**

Es el volumen de agua que provee la fuente de abastecimiento y con el cual deberá calcularse la captación, el equipo de bombeo, la línea de conducción y el tanque de regularización. Este gasto se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{MD} = CV_d * Q_{md}$$

Donde:

$Q_{MD}$  : Gasto máximo diario, en l/seg

$CV_d$  : Coeficiente de variación diaria.

$Q_{md}$  : Gasto medio diario, en l/seg.

### **2.5.3. Gasto máximo horario.**

Es la cantidad de agua requerida al combinarse el día de máximo consumo con la hora de máximo consumo, y con el cual se dimensionará la red de distribución. Este gasto se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{MH} = CV_h * Q_{MD}$$

Donde:

$Q_{MH}$  : Gasto máximo horario, en l/seg.

$CV_h$  : Coeficiente de variación horaria.

$Q_{MD}$  : Gasto máximo diario, en l/seg.

## 2.6. Cálculo pérdidas por carga.

La pérdida de carga que tiene lugar en una conducción representa la pérdida de energía de un flujo hidráulico a lo largo de la misma por efecto del rozamiento. A continuación se resumen las principales fórmulas empíricas empleadas en el cálculo de la pérdida de carga que tiene lugar en tuberías:

Darcy – Weisbach:

Una de las fórmulas más exactas para cálculos hidráulicos es la de Darcy-Weisbach. Sin embargo por su complejidad en el cálculo del coeficiente "f" de fricción ha caído en desuso. Aun así, se puede utilizar para el cálculo de la pérdida de carga en tuberías de fundición. La fórmula original es:

$$h = f * \frac{L}{D} * \frac{V^2}{2g}$$

En función del caudal la expresión queda de la siguiente manera:

$$h = 0.0826 * f * \frac{Q^2}{D^5} * L$$

Donde :

h : pérdida de carga o de energía (m)

f : coeficiente de fricción (adimensional)

L : longitud de la tubería (m)

D : diámetro interno de la tubería (m)

v : velocidad media (m/s)

g : aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>)

Q : caudal (m<sup>3</sup>/s)

El coeficiente de fricción  $f$  es función del número de Reynolds ( $Re$ ) y del coeficiente de rugosidad o rugosidad relativa de las paredes de la tubería ( $\epsilon_r$ ):

$$f = f(Re, \epsilon_r) \quad ; \quad Re = D * v * \frac{\rho}{\mu} \quad ; \quad \epsilon_r = \frac{\epsilon}{D}$$

Donde:

$\rho$  : densidad del agua ( $\text{kg/m}^3$ )

$\mu$  : viscosidad dinámica del agua ( $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$ )

$\epsilon$  : rugosidad absoluta de la tubería (m)

<b>RUGOSIDAD ABSOLUTA DE MATERIALES</b>			
<b>Material</b>	<b><math>\epsilon</math> (mm)</b>	<b>Material</b>	<b><math>\epsilon</math> (mm)</b>
Plástico (PE, PVC)	0,0015	Fundición asfaltada	0,06- 0,18
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,01	Fundición	0,12- 0,60
Tubos estirados de acero	0,0024	Acero comercial y soldado	0,03- 0,09
Tubos de latón o cobre	0,0015	Hierro forjado	0,03- 0,09
Fundición revestida de cemento	0,0024	Hierro galvanizado	0,06- 0,24
Fundición con revestimiento bituminoso	0,0024	Madera	0,18- 0,90
Fundición centrifugada	0,003	Hormigón	0,3-3,0

Tabla 2.11. Valores de rugosidad absoluta de materiales

Fuente: Miliarium

Robert Manning.

Las ecuaciones de Manning se suelen utilizar en canales. Para el caso de las tuberías son válidas cuando el canal es circular y está parcial o totalmente lleno, o cuando el diámetro de la tubería es muy grande. Uno de los inconvenientes de la fórmula es que sólo tiene en cuenta un coeficiente de rugosidad (n) obtenido empíricamente, y no las variaciones de viscosidad con la temperatura. La expresión es la siguiente:

$$h = 10.3 * n^2 * \frac{Q^2}{D^{5.33}} * L$$

Donde:

h : pérdida de carga o de energía (m)

n : coeficiente de rugosidad (adimensional)

D : diámetro interno de la tubería (m)

Q : caudal (m<sup>3</sup>/s)

L : longitud de la tubería (m)

<b>COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING DE MATERIALES</b>			
<b>Material</b>	<b>n</b>	<b>Material</b>	<b>n</b>
Plástico (PE, PVC)	0,006-0,010	Fundición	0,012-0,015
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0,009	Hormigón	0,012-0,017
Acero	0,010-0,011	Hormigón revestido con gunita	0,016-0,022
Hierro galvanizado	0,015-0,017	Revestimiento bituminoso	0,013-0,016

Tabla 2.12. Valores de los coeficiente de rugosidad de manning

Fuente: Miliarium



Hazen Williams.

El método de Hazen-Williams es válido solamente para el agua que fluye en las temperaturas ordinarias (5 °C - 25 °C). La fórmula es sencilla y su cálculo es simple debido a que el coeficiente de rugosidad "C" no es función de la velocidad ni del diámetro de la tubería. Es útil en el cálculo de pérdidas de carga en tuberías para redes de distribución de diversos materiales, especialmente de fundición y acero:

$$h = 10.674 * \frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.871}} * L$$

Donde:

h: pérdida de carga o de energía (m)

Q : caudal (m<sup>3</sup>/s)

C : coeficiente de rugosidad (adimensional)

D : diámetro interno de la tubería (m)

L : longitud de la tubería (m)

<b>COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES</b>			
<b>Material</b>	<b>C</b>	<b>Material</b>	<b>C</b>
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130	Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

Tabla 2.13. Valores del coeficiente de Hazen-Williams

Fuente: Miliarium

## **CAPÍTULO 3**

### **RESUMEN DE MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN**

En el presente capítulo se definirán las características del lugar donde se realizó el proyecto para conocer las condiciones en las que se encuentra, se definirá su entorno geográfico, haciendo mención a su macro y micro localización, así como el tipo de topografía e hidrología regional, se presentará además un informe fotográfico de las condiciones actuales del sitio del proyecto.

#### **3.1. Macro localización.**

De acuerdo al portal de internet [www.michoacán.gob.mx](http://www.michoacán.gob.mx), la extensión territorial del estado de Michoacán es de 58 599km<sup>2</sup>, el cual es un 3% de la superficie total de la República Mexicana siendo el número 16 a nivel nacional, su capital Morelia. Michoacán se localiza en el centro occidente de la República Mexicana, entre los ríos Lerma y Balsa, y lago de Chapala y sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 17° 54' 34" y 20° 23' 37" de latitud norte y los 100° 03' 23" y 103° 44' 09" de longitud oeste. El estado colinda con varios estados, por el norte lo hace con Guanajuato y Querétaro, por el este con Estado de México y Guerrero, por el oeste con Jalisco y Colima y por el sur se encuentra el Océano Pacífico con 228km de litoral.

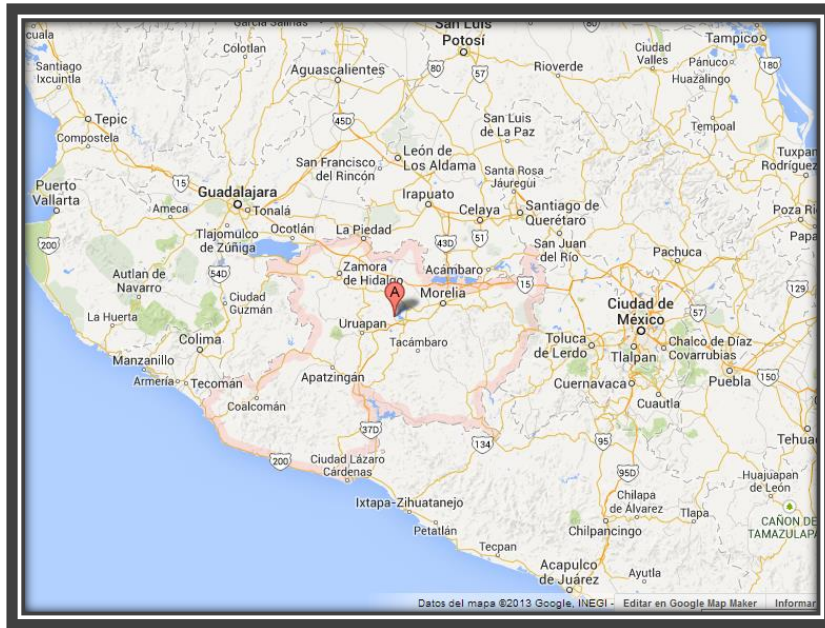


Imagen 3.1 Localización de Michoacán, México

Fuente: Google Maps INEGI (2013)

Forma parte del Eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur, teniendo un relieve muy accidentado, por tanto una diversidad de climas. Se divide en 7 regiones Zamora, Uruapan, Monarca, Morelia, La Costa, Pátzcuaro y Apatzingán, al igual de divide en 113 municipios con una población total al año 2010 de 4,351,037 habitantes, siendo el 69% población urbana y el resto 31% rural. Los tres municipios con mayor población son Morelia, Uruapan y Zamora.

Económicamente depende de la agricultura en gran medida destacando sus cultivos de aguacate. En el sector ganadero es un gran productor de ganado bovino. En minería 32 de sus municipios tienen yacimientos importantes de oro, plata, plomo, zinc, barita y cobre.

### **3.2. Micro localización**

La localidad de Maravatío de Ocampo, Michoacán, Se localiza al noreste del Estado, en las coordenadas 19°54' de latitud norte y 100°27' de longitud oeste, a una altura de 2,020 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el Estado de Guanajuato y Hepitacio Huerta, al este con Contepec y Tlalpujahuá, al sur con Senguio, Irimbo e Hidalgo, y al oeste con Zinapécuaro. Su distancia a la capital del Estado es de 91 kms.

La localidad de Maravatío de Ocampo en el estado de Michoacán tiene una categoría política de “ciudad”, la cual fue decretada en el año de 1980; actualmente es la cabecera Municipal de municipio del mismo nombre.

De esta población se llega a la capital del Estado, como a la capital de la republica a través tanto de carreteras libres de peaje como con carreteras de cuota; a la capital del Estado se encuentra comunicado a través de la carretera de cuota 15-D México- Guadalajara también denominada autopista de occidente en su tramo Atlacomulco-Guadalajara, la cual lo comunica también con la capital de la República.

Por medio de carretera libre de peaje se comunica a la capital del estado a través de la carretera 126 en su tramo Maravatío-Morelia.

El municipio también se encuentra comunicado por ferrocarril tanto a la capital del estado como a la capital de la republica mediante corridas que son exclusivamente para el transporte de carga, respecto al servicio foráneo de pasajeros, esta ciudad cuenta con un buen servicio ya que cuenta con la presencia de varias líneas que brindan el servicio , respecto a la comunicación con rancherías y pueblos cercanos

ésta se lleva a cabo a través de camiones y microbuses que también brindan un buen servicio.

Referente a telecomunicaciones la localidad cuenta con servicio de televisión por cable y satelital, telefonía doméstica y celular, oficina de telégrafos y servicio de correo.

La población cuenta con servicios básicos como cobertura parcial de agua potable, alcantarillado y electrificación; los servicios de comunicación existentes incluyen como ya se mencionó teléfono, telégrafo, radio, televisión así como medios impresos.

La oferta educativa en Maravatío incluye educación preescolar, primaria, secundaria, bachillerato, además de educación profesional o de capacitación para el trabajo.

De acuerdo con información de INEGI la población censal registrada en el año 2010 era de 34381 habitantes de los cuales 16210 eran hombres y 18171 mujeres, la actividad económica preponderante es la agricultura la cual se desarrolla en su mayoría por sistema de riego, mientras que las actividades terciarias ocupan el 2 lugar en la generación de ingresos para sus habitantes.

Por lo que se refiere al tipo de vivienda, es muy variado y va desde casas habitación de construcción formal de viviendas con paredes de ladrillo rojo u block de concreto con pisos terminados, hasta casas de construcción muy pobre a base de madera.

Además del levantamiento de la encuesta social se hizo un recorrido detallado por las calles de la localidad, observando que la mayoría de los predios ubicados en las colonias de las zonas alejadas del centro son las que presentan mayor índice de marginalidad.

En la localidad de Maravatío la mayor parte de las viviendas se agrupan en colonias bien definidas y no se tiene dispersión de predios, incluso en las colonias de mayor índice de marginalidad los predios se encuentran agrupados contando con calles o brechas de terracería que en algunos casos conducen el agua residual a través de zanjas laterales y en algunos casos se tienen tuberías de tipo domiciliario para dar servicio en algunos predios.

Las actividades económicas predominantes en la localidad de Maravatío como se indicó anteriormente corresponden al sector primario y terciario, una buena parte de la población se dedica a las actividades agrícolas y ganaderas, sobre todo al cultivo de fresa que genera fuentes de trabajo importantes sobre todo en las temporadas de cosecha, la mayor parte de la producción se exporta a los Estados Unidos de América.

La otra actividad predominante la representa el sector terciario ya que una buena parte de la población económicamente activa, se dedica a proporcionar los servicios que requiere la localidad tales como transporte, comercio, comunicaciones, salud, etc.

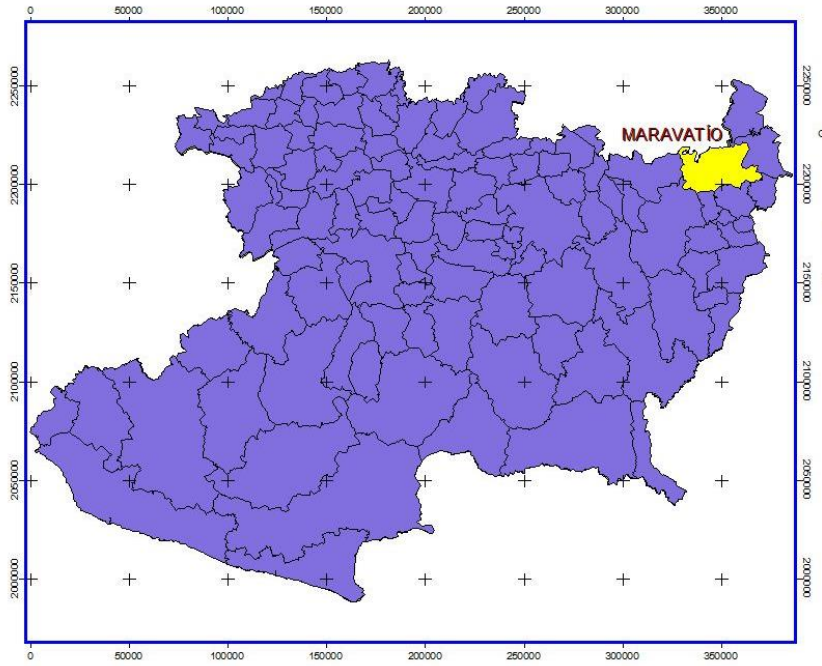


Imagen 3.2 Localización de Maravatío, Mich.

Fuente: INEGI (2015)

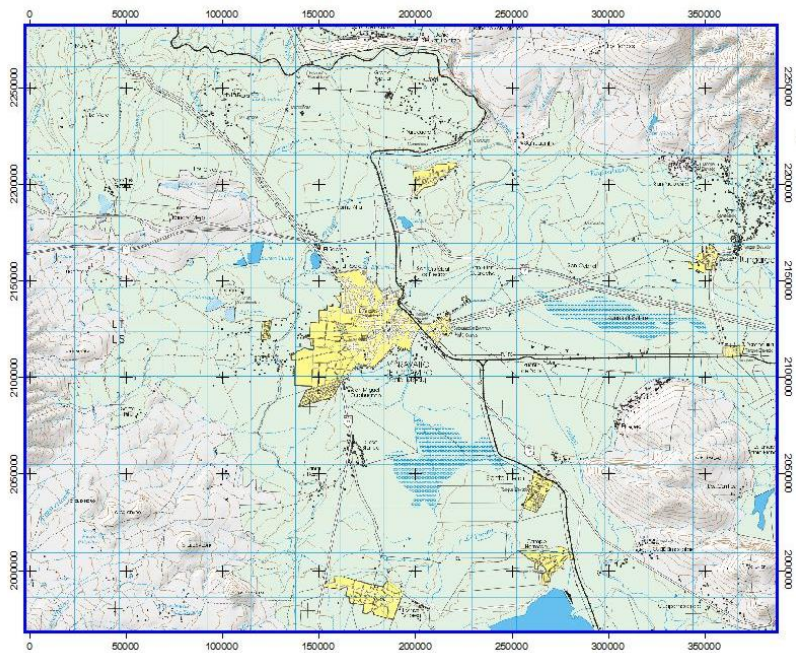


Imagen 3.3. Localización de Maravatío

Fuente: INEGI (2015)

### **3.2.3. Fisiografía de la zona de estudio.**

De acuerdo a [www.e-local.gob.mx](http://www.e-local.gob.mx) la fisiografía del territorio michoacano es una de las más accidentadas de México, como consecuencia de la confluencia de cinco grandes unidades naturales, siendo dos de ellas las más grandes regiones montañosas del país: la Sierra Madre del Sur y el Sistema Volcánico Transversal.

Su relieve lo conforman el sistema volcánico transversal y la depresión del Lerma y la mesa central; según la clasificación del UAEM (2002) el sistema volcánico transversal se caracteriza por una enorme masa de rocas volcánicas de diferente tipo, acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos. La integran grandes sierras volcánicas, enormes coladas lávicas, conos cineríticos dispersos o en enjambre, depósito de arena y ceniza. Comprende también la cadena de grandes estratovolcánes como el Nevado de Toluca. Esta provincia se divide en tres sub-provincias: la de Mil Cumbres, la de Llanos y Sierra de Querétaro e Hidalgo y la de Lagos y Volcanes de Anáhuac.

Respecto a la mesa central, esta es una región localizada en el extremo sur del Altiplano Mexicano y que comprende el Cinturón Volcánico Transmexicano (o EVT), estando sus límites, con la excepción de su parte norte, bien establecidos; al sur, por la depresión del Balsas, al este por la sierra Madre Oriental y al oeste, por la sierra Madre Occidental.

Maravatío de Ocampo se encuentra rodeada por los cerros Tupátaro, San Andrés, San Miguel, Tungareo, Pedregal, Ocotes y Conejo.



En cuanto a las características topográficas del municipio se observa la presencia de un complejo sistema, con pocos accidentes topográficos importantes, se observa la existencia de zonas planas con lomerío suave hacia la parte central y la presencia de elevaciones importantes hacia el norte y sur. Con elevaciones que van de los 2000 m.s.n.m. a 2180 m.s.n.m. con pendientes suaves en la zona centro y valles.

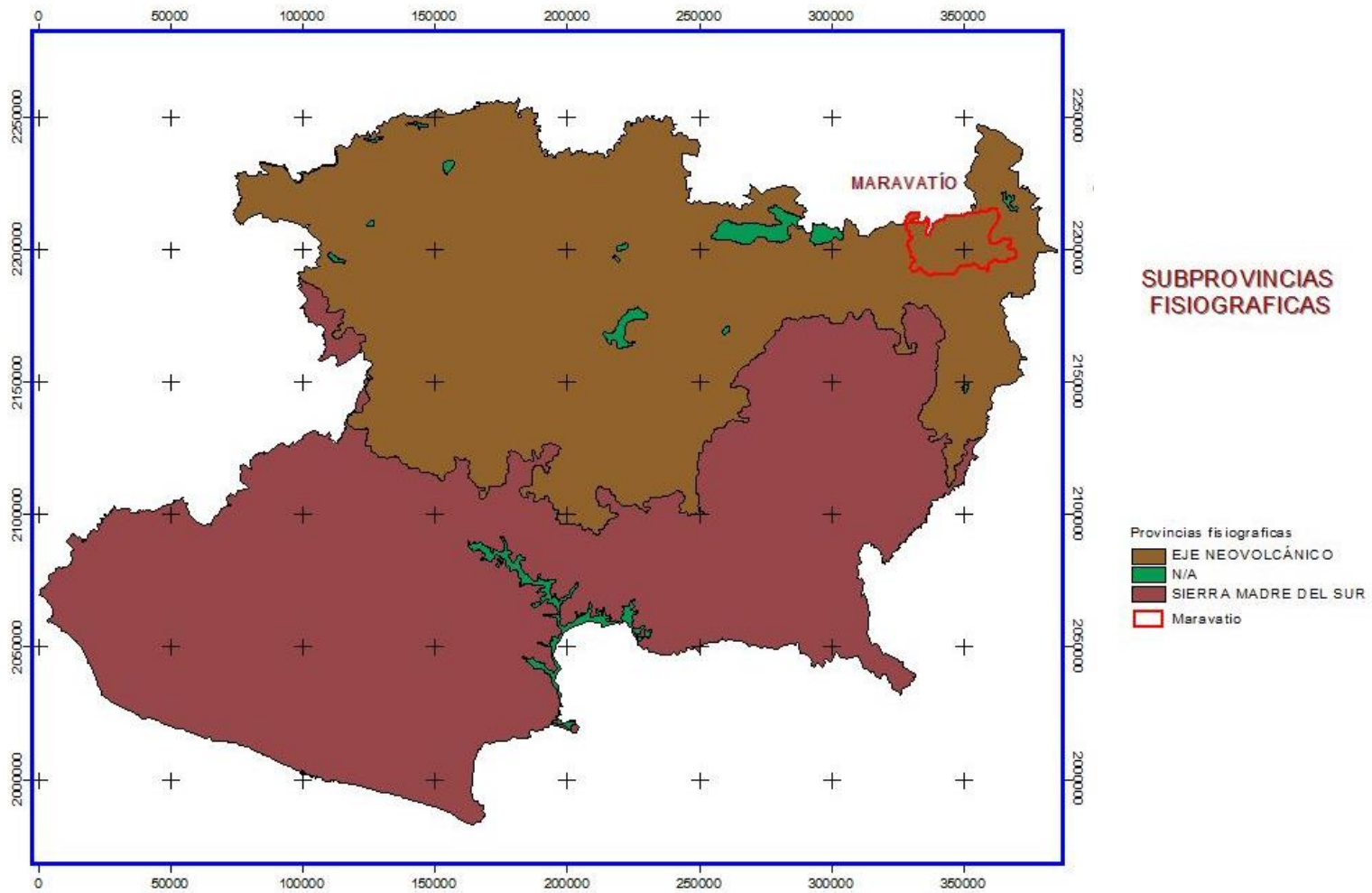


Imagen 3.4 Subprovincias Fisiográficas

Fuente: INEGI (2015)

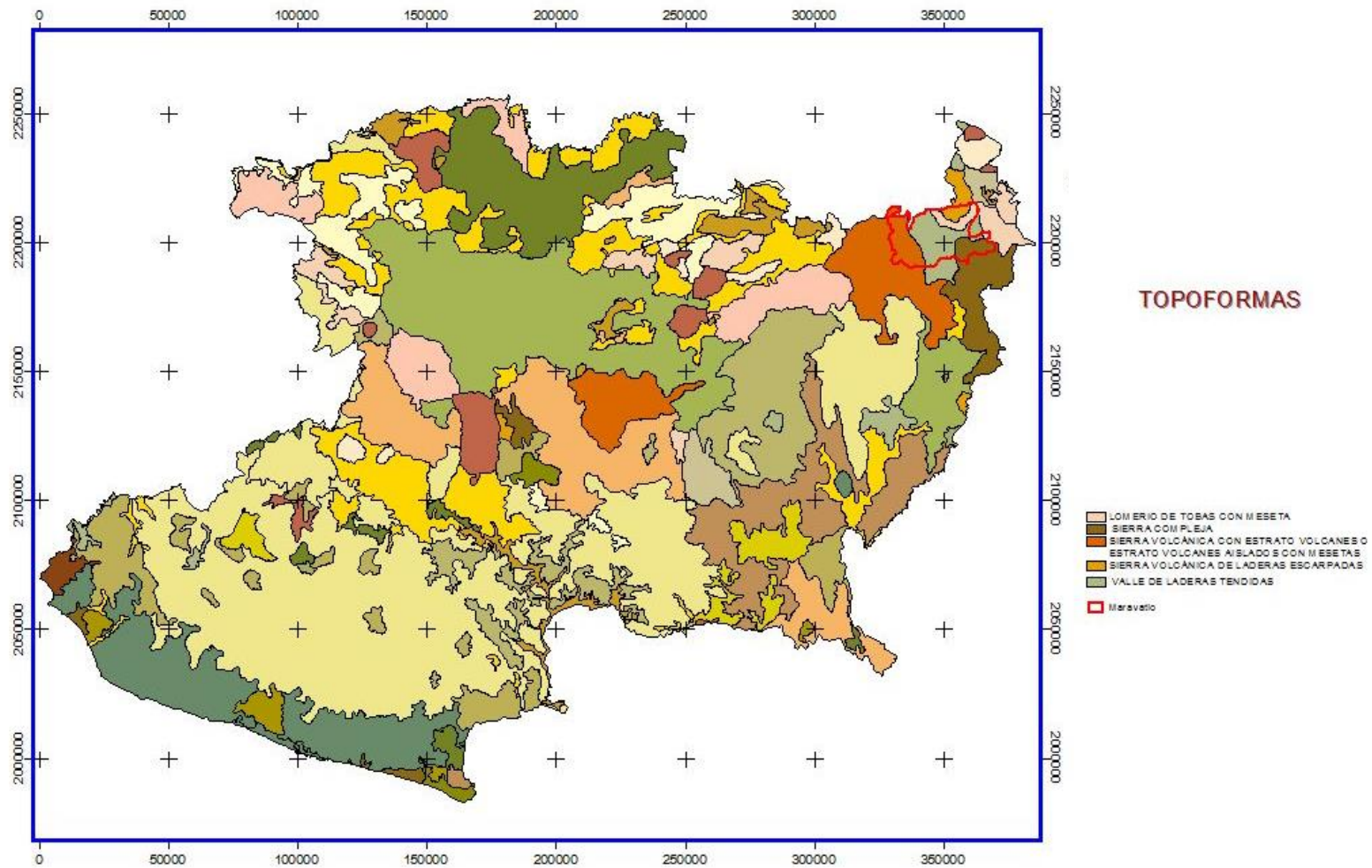


Imagen 3.5. Topoformas

Fuente: INEGI (2015)

### **3.2.4. Uso del suelo**

Como se mencionó anteriormente, Michoacán cuenta con dos zonas geológicas: la Sierra Madre del Sur que también pasa por Colima, Jalisco, Guerrero y México, y el Sistema Volcánico Transversal que también pasa por Jalisco, Guanajuato, Querétaro y México.

Las zonas lacustres del Estado tienen una influencia muy importante en la actividad tectónica y volcánica.

Datos obtenidos en la página de internet [cofom.michoacán.gob.mx](http://cofom.michoacán.gob.mx), dicen que la geología está constituida por rocas de un basamento metamórfico, rocas sedimentarias originadas en el periodo Mesozoico y rocas ígneas intrusivas y extrusivas del Cenozoico. En la superficie del Eje Neovolcánico se encuentran rocas extrusivas como los basaltos, además de depósitos lacustres y depósitos de pie de monte y aluvión.

La distribución del uso del suelo en la localidad de Maravatío es dentro del centro urbano principalmente habitacional y comercial, en la periferia se observa el crecimiento de la mancha urbana con tendencia habitacional, en el sentido productivo la localidad cuenta con uso del suelo eminentemente agrícola y en menor proporción ganadero y muy por debajo forestal.

Dentro del municipio de Maravatío, se observa claramente la presencia de 2 tipos de suelo hacia la parte norte del municipio y prácticamente de oriente a poniente tenemos la existencia de suelo de tipo Feozem y prácticamente de la mitad del territorio municipal hacia el sur existe la presencia de suelos del tipo Luvisol.

En el caso de los suelos de tipo Feosem; el vocablo “Feozem” deriva del vocablo “phaios” que significa oscuro y el ruso “Zemlija, que significa tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica.

El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados, destacan los depósitos glaciares y el loess, con predominio de los de carácter básico.

Se asocian a regiones con un mismo clima suficientemente húmedo para que exista lavado pero con una estación seca, el clima puede ir de cálido a frío y van de la zona templada a las tierras altas tropicales. El relieve es llano o suavemente ondulado y la vegetación de matorral tipo estepa o de bosque, sus principales limitaciones son las inundaciones y la erosión.

Los luvisoles, del sistema de clasificación RP (Referencia Pedológica) o del WRB,<sup>1</sup> es un tipo de suelo que se desarrolla dentro de las zonas con suaves pendientes o llanuras, en climas en los que existen notablemente definidas las estaciones secas y húmedas, este término deriva del vocablo latino luvare que significa lavar, refiriéndose al lavado de arcilla de las capas superiores, para acumularse en las capas inferiores, donde frecuentemente se produce una acumulación de la arcilla y denota un claro enrojecimiento por la acumulación de óxidos de hierro.

Se caracteriza de arriba hacia abajo, por Jamagne, 1973 :

1. Un horizonte A de la superficie (laborado, humífero bajo forestal)
2. Un horizonte E, más o menos blanqueado, y pobre en arcilla

3. Un horizonte B, más oscuro, rico en arcilla

4. Un horizonte C, donde el tenor en arcilla está normalmente comprendido entre los del E y del B

Los luvisoles son suelos zonales es decir, ligados a condición bioclimáticas concretas, ricos en bases y con una marcada diferencia textural del perfil edáfico. El horizonte orgánico mineral suele ser seguido en profundidad por otro de acumulación de arcillas (iluvial o argico) denominado Bt por los edafólogos) que proceden del anterior u otro de intermedio llamado de lavado (eluvial). Estas partículas granulométricas muy finas son lavadas desde el primero o los 2 primeros al último dando lugar a un perfil de tipo A,B,C, se trata pues de suelos con una marcada diferenciación textural dentro del perfil, que adicionalmente atesoran una elevada saturación con bases y arcillas de alta actividad. Se trata de una edafotaxa muy abundante bajo clima templado.

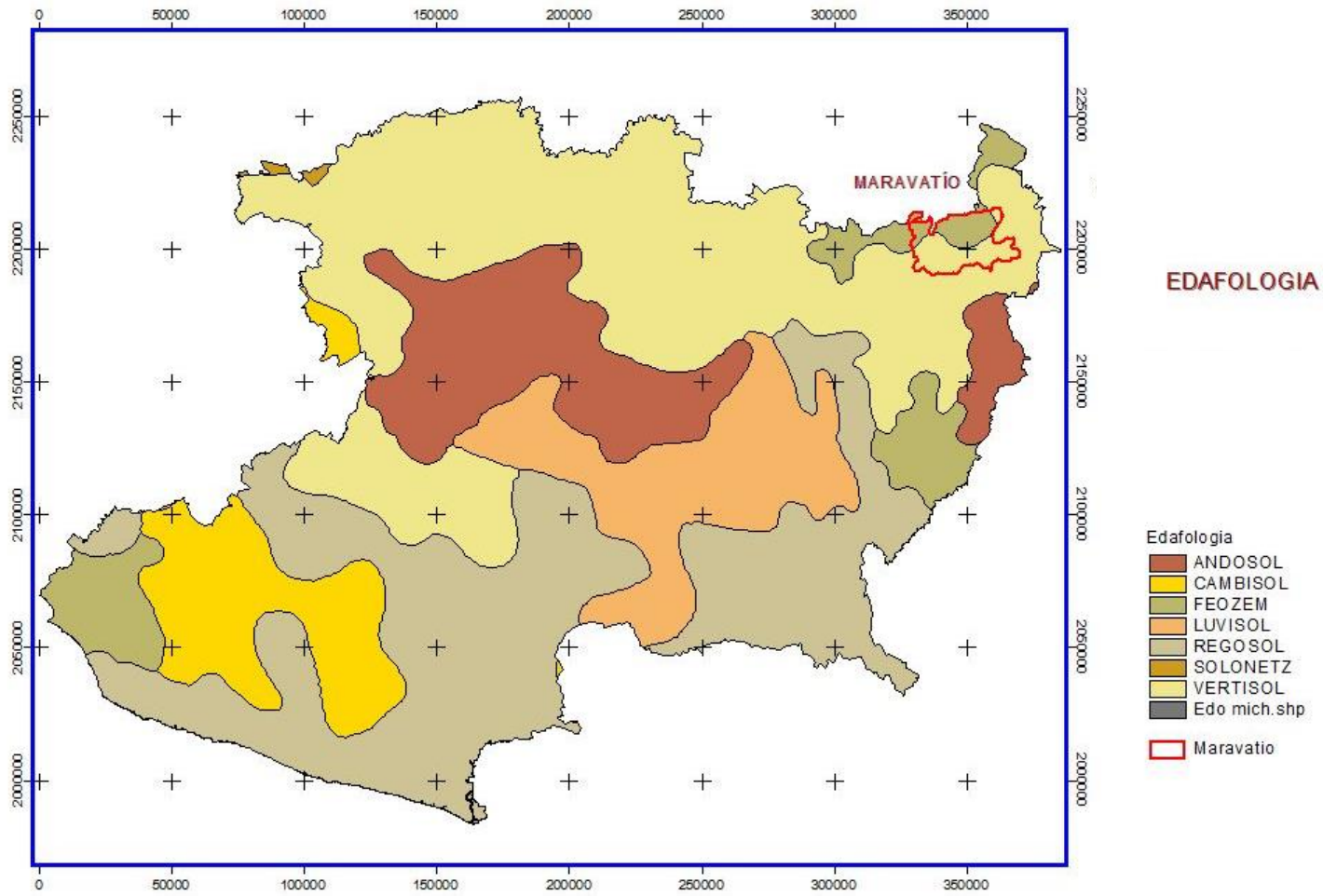


Imagen 3.6 Edafología

Fuente: INEGI (2015)



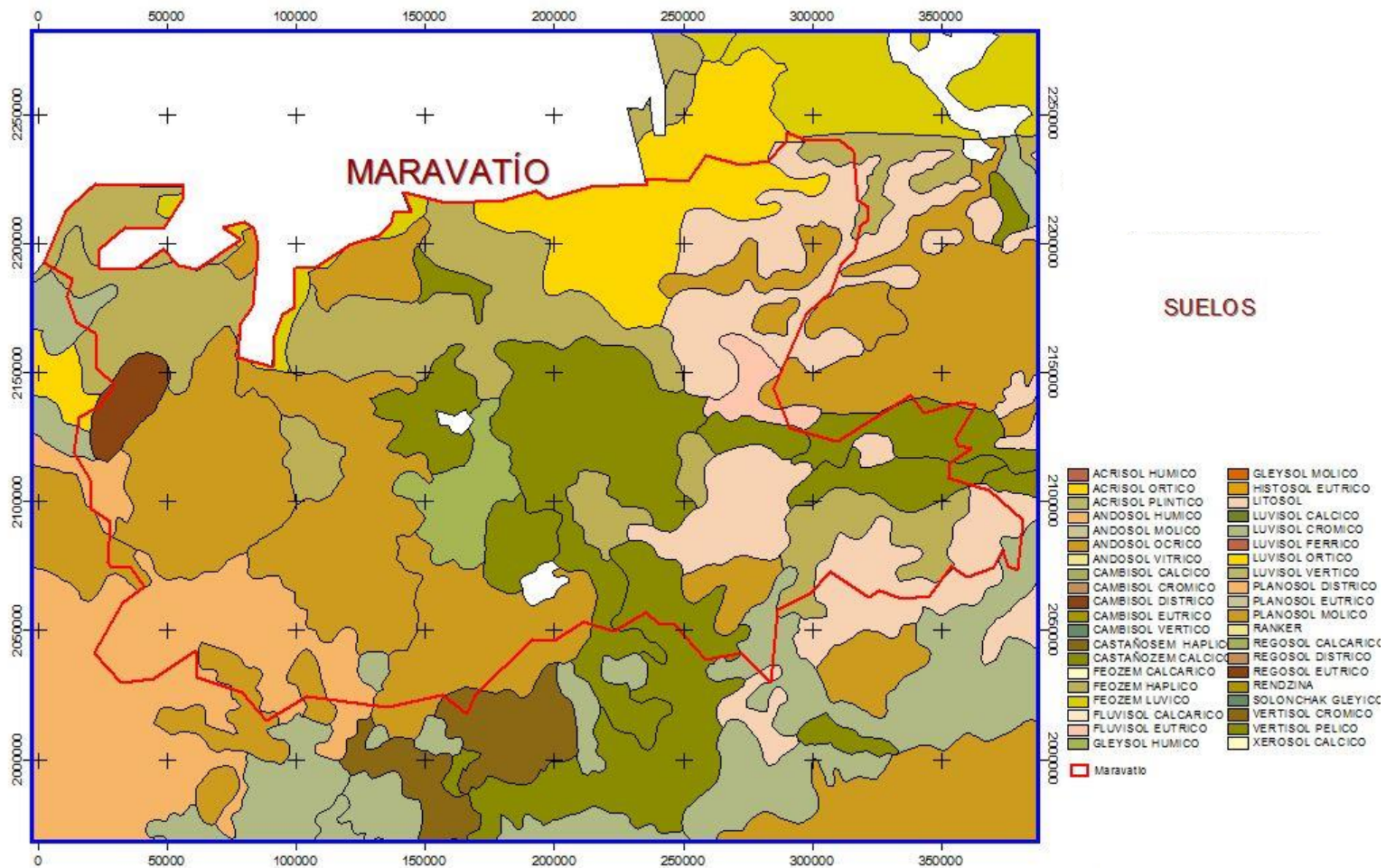


Imagen 3.7 Suelos

Fuente: INEGI (2015)



### **3.2.5. Hidrología regional y de la zona de estudio.**

La zona se localiza en la región hidrológica 12 Lerma Santiago subregión Lerma- Toluca, en particular la zona del proyecto se localiza en la cuenca de Maravatío.

En lo que corresponde a la hidrología superficial de la zona la misma cuenta con importantes cuerpos de agua como es la presa del Fresno. El sistema de drenaje es limitado ya que dadas las características topográficas generales del municipio, las mismas solo favorecen la presencia de escurrimientos como los ríos: Lerma, Tlalpujahua y Chincua; los arroyos Cachivi, Cachivi del Fresno, Las Minas, Grande y Salto mismos que en general fluyen hacia el principal cuerpo receptor que en este caso es el cauce del mismo río Lerma

En cuanto a la hidrología subterránea la zona corresponde a la región No. 27 Maravatío – Contepec- Hepitacio Huerta; De la información recabada se destaca la información del estado de explotación que guardan los acuíferos identificados dentro del municipio de Maravatío de Ocampo, observándose que en la mayor parte de la extensión territorial se tienen condiciones de equilibrio del recurso ya que el principal uso de este recurso está destinado al área agrícola siguiendo el pecuario y en menor grado un uso no determinado.

Es importante mencionar que la riqueza existente en cuestión con el recurso hídrico en el municipio, contrasta con las características climatológicas regionales, que generan un consumo importante para las diversas actividades del desarrollo humano como son la dotación a poblaciones, producción agrícola, acuacultura y demás

actividades económicas, aunado a lo anterior las condiciones físicas de los suelos, la descarga de aguas residuales aguas arriba de los cauces principales y las condiciones de ubicación de las poblaciones hace difícil el disponer de agua de calidad para el abasto público, por lo que en muchas ocasiones se requiere de obras de infraestructura que elevan el costo de construcción y operación de sistemas de abastecimiento.

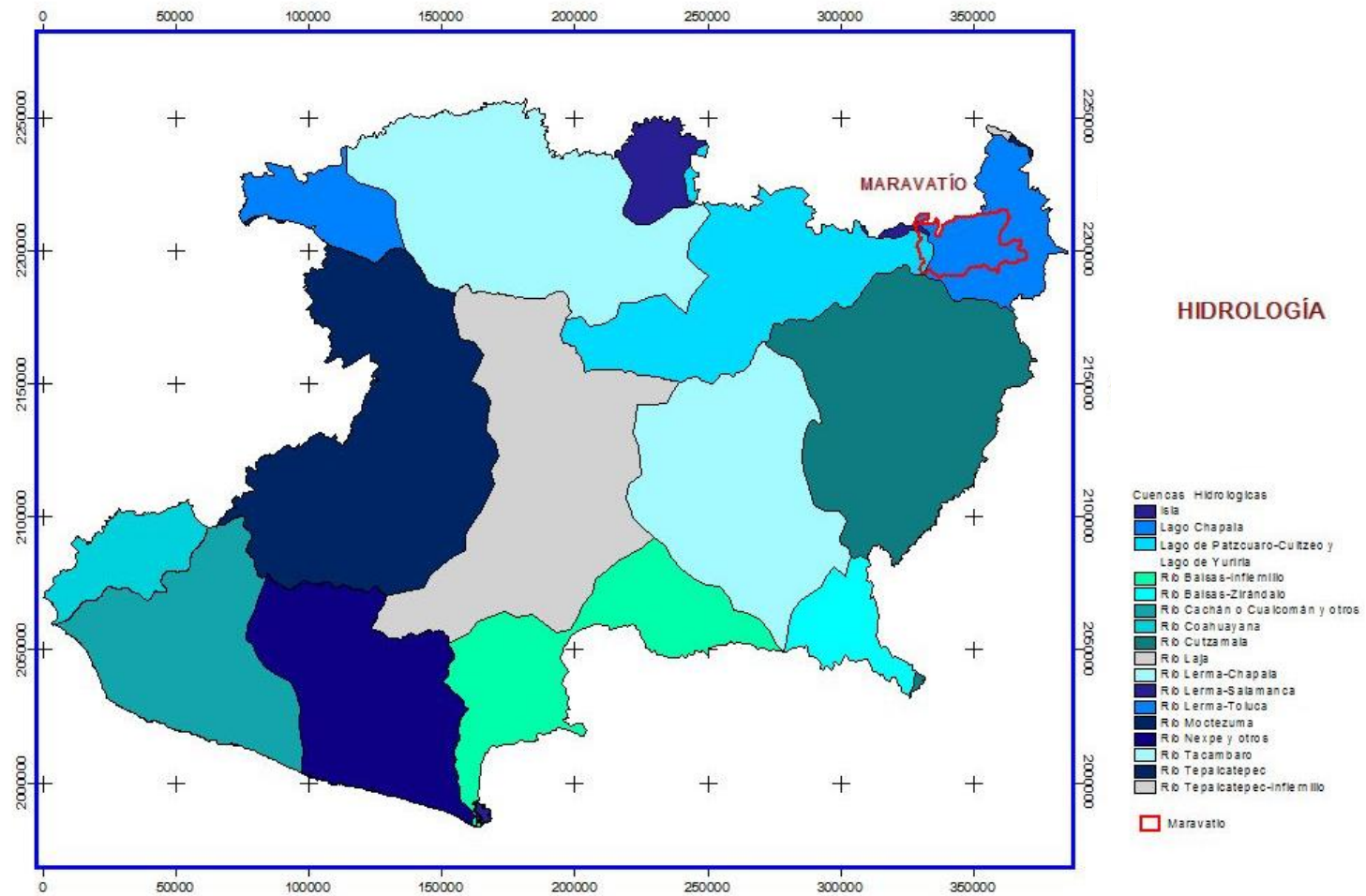


Imagen 3.8 Hidrología

Fuente: INEGI (2015)

### 3.2.7. Identificación de Fuentes de Abastecimiento.

El sistema de agua potable de la ciudad de Maravatío de Ocampo, Michoacán; actualmente cuenta con 5 fuentes de abastecimiento en funcionamiento y 1 que está en proceso de construcción misma que según datos proporcionados por el Organismo operador será puesta en funcionamiento en el mes de marzo de 2016.

Las actuales fuentes de abastecimiento en operación son:

1. Pozo “Leona Vicario” ubicado en la calle Balbuena esquina con Atzimba, dicho pozo tiene una profundidad de 110 mts. se encuentra debidamente equipado con bomba, tren de piezas especiales de 4” pulgadas. Presenta un gasto promedio de 22.45 LPS. Este pozo bombea hacia el tanque de regulación Loma Alta. En términos generales se encuentra en buenas condiciones de operación.



Foto 3.1. Pozo Leona Vicario

Fuente: Propia

2. Pozo “Rancho Viejo”, ubicado en la calle División del Norte esquina con Agricultores de la colonia Luis Donald Colosio. dicho pozo tiene una profundidad de 185 mts. se encuentra equipado con bomba de 85 caballos de fuerza, tren de piezas especiales de 10” pulgadas. Presenta un gasto promedio de 79,22 LPS. Cuentan con su sistema de cloración y equipamiento eléctrico todas las instalaciones, en términos generales se encuentra en buenas condiciones de operación.



Foto 3.2. Pozo “Rancho Viejo”

Fuente: Propia

3. Pozo “ El Chirimoyo” esta fuente de abastecimiento se encuentra localizada en la parte noroeste de la localidad de Maravatío, específicamente en la esquina que forman las calles de Agricultores y Benito Quezada de la colonia el Chirimoyo. Cuenta con una profundidad de 120 bomba de 75 caballos de fuerza, tren de piezas especiales de 6” de uso permanente con un gasto promedio de 61.64 LPS, equipado con su depósito y dosificador de cloro, se encuentra en servicio las 24 horas del día bombeando al tanque de regularización Loma Alta sus instalaciones se encuentran en buen estado de operación y regulares en mantenimiento.



Foto 3.3. Pozo “El Chirimoyo”

Fuente: Propia

4. Captación “ Los Hervideros” se encuentra ubicado en la parte sur de la localidad de Maravatío, específicamente en la calle de Ocampo esquina con Reforma Norte en la colonia Los Hervideros, en el mismo sitio se encuentran ubicadas las oficinas del DIF municipal para mayor referencia; esta fuente de abastecimiento este integrada por la captación de manantiales y el posterior rebombeo mediante una conducción de 8” de diámetro al tanque de regularización denominado 5º. Cuartel; cuenta con su sistema de cloración debidamente instalado y presenta un gasto promedio de 58.60 LPS.



Foto 3.4. Captación “Los Hervideros”

Fuente: Propia

5. La captación “Agua Bendita” se encuentra ubicado en la parte este de la población, cerca de la antigua estación del ferrocarril, en la esquina que forman las calles de S/N y Lic. Jorge Garcia en la colonia Ferrocarril esta fuente de abastecimiento consiste en una captación superficial en una estructura que sirve de estación de, cuenta con un equipo de bombeo, equipo de cloración y tren de piezas especiales en 6” pulgadas opera las 24 horas del día en forma permanente enviando el agua directamente a una zona de la red de distribución, esta zona esta identificada en el plano de zonificación y se considera que opera adecuadamente y de forma independiente de la red de distribución general.



Foto 3.5. Captación “Agua Bendita”

Fuente: Propia

En resumen se precisa que todas las fuentes de abastecimiento antes mencionadas cuentan con sus respectivos equipos de cloración, subestaciones eléctricas, e instalaciones electromecánicas operando las 24 horas del día, para el caso de las fuentes de abastecimiento, excluyendo la captación del sistema “Agua Bendita” (que como ya se mencionó opera su zona de forma independiente del sistema

general de distribución); se cuenta con una disponibilidad de 222.03 l.p.s., que para el caso de las condiciones actuales y de proyecto deberían ser suficientes para el abastecimiento; por lo que se puede inferir que dadas las condiciones de edad de servicio de las infraestructura de distribución se presenta un importante nivel de pérdidas en el sistema, aunado al desperdicio de los usuarios.



## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGÍA**

En el presente capítulo se mostrarán los conceptos básicos, así como se señalará cuál es la metodología de la investigación utilizada en este trabajo de tesis.

#### **4.1. Método científico.**

Tamayo (2005) define al método científico como procedimientos para descubrir sucesos específicos que se presenten, estos caracterizados por ser tentativos, verificables, de un razonamiento riguroso y observación empírica. Lo importante de este método no es en sí llegar a un descubrimiento de verdades, más bien plantear un procedimiento basado en pasos según se requiera la naturaleza del hecho que se estudia y así demostrar un enunciado.

Lo esencial es que se encuentra basado en la realidad de su interpretación objetiva, con esto se logra formular los problemas de investigación que a su vez en necesario delimitarlos. No se permite la subjetividad por tanto se hace un proceso de investigación puramente objetivo.

Goode y Hatt, citados por Tamayo (2005), indican que dos elementos fundamentales del método científico son: los conceptos y las hipótesis.

Cada ciencia utiliza términos o conceptos propios, por tanto, se dice que cada ciencia tiene su sistema conceptual. Los conceptos son construcciones lógicas

creadas a partir de impresiones de los sentidos o de percepciones y experiencia, así que en cada marco de referencia tienen un significado.

Una hipótesis indica la duda existente, lo que se está buscando. La formulación de una deducción constituye la hipótesis, si esta se comprueba acertadamente pasa a formar parte de una futura construcción teórica. Las hipótesis deben ser conceptualmente claras, específicas y estar relacionadas con técnicas disponibles para su solución.

El método científico conjuga la inducción y deducción, es decir se da un pensamiento reflexivo que lleva cinco etapas para resolver un problema. La percepción de un problema, identificación y definición más precisa del problema, creación de hipótesis, deducción de las consecuencias a cada hipótesis y verificación de las mismas mediante pruebas.

Es recomendable este método cuando se pretende hallar un nuevo producto que sea benéfico a las condiciones de vida, a pesar de ser un proceso lento sus soluciones son aproximadas, trasciende los hechos, es autocorrectivo y objetivo.

#### **4.1.1. Método matemático.**

Es una subdivisión del método científico, por lo que Mendieta (2005) hace mención a que la cantidad es de las primeras nociones que el hombre entiende. En la presente investigación cabe mencionar que se utiliza el método científico, ya que se hace uso de relaciones numéricas constantes, comprobaciones e iteraciones necesarias para determinar los resultados.

## **4.2. Enfoque de la investigación.**

Para realizar una investigación existen dos tipos de enfoque, el cualitativo y el cuantitativo. El enfoque cualitativo depende de la percepción del observador, y el cualitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis en base a mediciones numéricas y análisis estadísticos, con esto poder establecer patrones de comportamiento y probar teorías, menciona Hernández y cols. (2010).

A pesar de que ambos enfoques emplean procedimientos objetivos ya que recogen datos de los fenómenos estudiados. La presente investigación utiliza un enfoque cuantitativo ya que medularmente son los cálculos matemáticos para lograr el diseño acertado de la red de distribución de agua potable.

### **4.2.1. Alcance de la investigación.**

Hernández y cols. (2010) señala que, los alcances dependen de la revisión y de la literatura y la perspectiva del estudio, así como de los objetivos del investigador. Puede ser exploratorio cuando se estudia algo innovador, poco estudiado y/o se está preparando el terreno para nuevos estudios, descriptivo cuando se consideran al fenómeno estudiado y sus componentes, mide los conceptos y define variables; y correlacional ofrece predicciones, se explica la relación entre las variables y estas se cuantifican.

Este trabajo de tesis tendrá un alcance exploratorio debido que se concluirá, sin ser su principal intención, si la red existente es aún eficiente y descriptivo al exponer cuáles serán los datos necesarios para el estudio y conclusión del diseño de la red de distribución de agua potable de la zona centro de la localidad de Maravatío.

### **4.3. Diseño de la investigación.**

Una vez planteado el problema, definido el alcance y formuladas las hipótesis, es necesario establecer la estrategia concebida para obtener la información deseada.

Existen dos tipos de diseño, experimental y no experimental. A su vez estos se subdividen pre-experimental, experimentos puros y cuasi-experimental la primera, y la investigación no experimental la subdividimos en diseño transversal y longitudinal.

Ya que en esta investigación no se experimenta, sino que se sólo se observan las situaciones ya existentes. Se establece que es un diseño no experimental del cual sólo se recolectarán datos de un determinado periodo por tanto será con un enfoque transversal y no longitudinal que abarcaría un periodo extenso.

### **4.4. Instrumentos de recopilación de datos.**

En esta investigación se empleará como recursos para la recopilación de datos la observación cuantitativa, la investigación documental y la investigación de campo, esto capturándose en programas como Word, Excel y ArcView para cuestiones teóricas, y AutoCAD, CivilCAD y Excel para los cálculos

### **4.5. Descripción del proceso de investigación.**

La presente investigación cuenta con una secuencia de pasos los cuales comienzan con la elección del tema en estudio, formulación de objetivos y preguntas de investigación, elaboración de capítulos teóricos, redacción de la metodología y la

realización de cálculos para finalmente llegar a la respuesta de la pregunta de investigación y corroborar que el proceso que se llevó a cabo es el correcto.

## **CAPÍTULO 5**

### **CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

La presente investigación se desarrolla a partir de la necesidad de proyectar la rehabilitación la red de distribución de agua potable de la zona centro de la localidad de Maravatío, del municipio de Maravatío, Michoacán, para determinar que cuales son los requerimientos necesarios para que tenga un buen funcionamiento para la población. Con tal motivo fue necesario observar e investigar en campo, así como investigación documental de los datos de proyecto actuales que acontecen a la comunidad.

#### **5.1. Datos de proyecto.**

Se realizaron los trabajos de campo para la verificación y complementación de información, las visitas se realizaron con el apoyo de personal del H. Ayuntamiento de Maravatío, en particular con personal encargado de la administración y operación del sistema de agua potable (COMAPAM), de esta forma se pudo verificar tanto las dimensiones de la población como los trabajos necesarios para complementar la información topográfica de la misma a fin de regularizar en la zona centro de la localidad, el proyecto de rehabilitación de red la de distribución.

La población de Maravatío presenta una distribución socioeconómica variada, aunque cabe decir que el grueso de la población se encuentra con un mediano grado de marginalidad. La distribución de la vivienda como se mencionó es irregular y aunque existen áreas marginadas, en las mismas se pueden encontrar viviendas de tipo medio

a residencial, y viceversa; en las zonas más urbanizadas podemos encontrar bastantes locales comerciales, lo que hace a Maravatío una población en la que se mezclan los diferentes niveles socioeconómicos.

El crecimiento poblacional como tal, ha tenido un desarrollo histórico lento e incluso ha sufrido un periodo de decrecimiento, lo anterior debido en gran medida a la migración constante hacia las ciudades cercanas o hacia los estados unidos para buscar un mejor desarrollo económico.

No.	AÑO	POBLACIÓN	INCREMENTO	DATO ORIGEN
1	1960	5388		CENSO
2	1970	5372	-16	CENSO
3	1980	8588	+3216	CENSO
4	1990	22133	13545	CONTEO
5	1995	26272	4139	CENSO
6	2000	28218	1946	CONTEO
7	2005	32146	3928	CENSO
8	2010	34381	2235	CENSO

Tabla 5.1. Registro de población histórica de Maravatío

Fuente: INEGI (2015)

En el ramo industrial o manufacturero INEGI reporta un total de 234 unidades económicas de las cuales sobresale como actividad industrial por el número de establecimientos dedicados a esta actividad, más que por el volumen o tamaño de la producción; la fabricación de muebles de herrería.

En menor grado se presenta la existencia de varios establecimientos comerciales que son considerados como manufactureros pero que no impactan de manera significativa en el desarrollo económico como lo son tortilladoras, potabilizadoras de agua, Molinos, panaderías y algunas empresas dedicadas a la construcción.

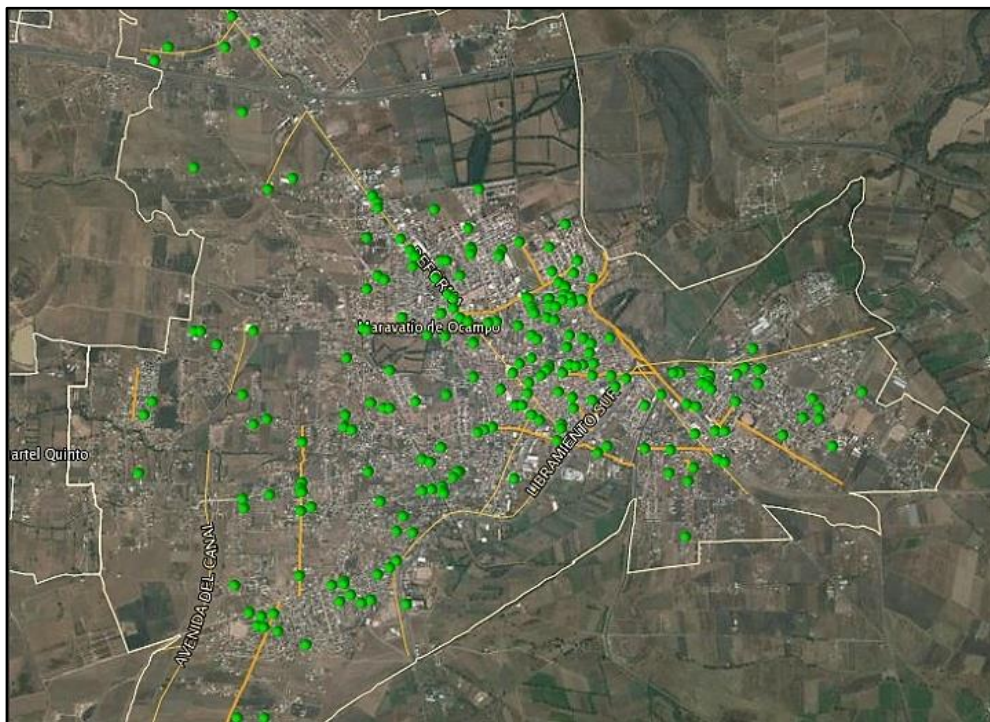


Imagen 5.1. Mapa de unidades económicas en Maravatío de Ocampo, Mich

Fuente: INEGI (2015)

La industria en el municipio es muy poca, ya que como se mencionó, la actividad principal es la agricultura, en específico la producción maíz, frijol, papa y alfalfa, en materia frutícola se produce fresa, perón y durazno, por lo que la industria existente más representativa lo es como ya se mencionó, la producción de muebles de herrería.



La cobertura en los servicios básicos de agua potable y alcantarillado son regulares, aunque se cuenta con el servicio de agua potable ya que pese a que el gasto proporcionado por los pozos así como su capacidad de regularización es apropiada, se presentan deficiencias en las viviendas u establecimientos comerciales principalmente en el área del centro de la localidad lo que indica un fuerte desperdicio por fugas y por ineficiencia en la distribución, aunado a lo anterior existe deficiencia en la cobertura. Por lo que respecta al sistema de alcantarillado, se cuenta con el servicio en un 80%, se trabaja en la ampliación de la red y se han construido los colectores y emisor que conducen el agua a la planta de tratamiento.

Las actuales fuentes de abastecimiento se encuentran localizadas dentro de la mancha urbana de la localidad de Maravatío, las cuales ya han sido señaladas en apartados anteriores pero que a manera de resumen se exponen en el cuadro siguiente:

<b>NOMBRE</b>	<b>TIPO</b>	<b>GASTO</b>	<b>UBICACION</b>
Leona Vicario	pozo	22.45 L/S	Balbuena esq. Atzimba
Rancho Viejo	pozo	79.33	Div. Del Norte esq. Agricultores
El Chirimoyo	pozo	61.65	Agricultores esq. Benito Quezada
Los Hervideros	pozo	58.60	Ocampo esq. Reforma Norte
Agua Bendita	pozo	n/datos	Vieja estación del ferrocarril

Tabla 5.2. Fuentes de Abastecimiento

Fuente: Organismo operador del municipio (2015)

Del análisis preliminar se desprende que este gasto y la calidad es suficiente para el abastecimiento del servicio de agua potable, pero se tienen problemas en la distribución debido a las fugas que se presentan principalmente en la zona centro donde se cuenta con tubería de asbesto con una antigüedad de más de 30 años.

Las condiciones de las captaciones se encuentran en buenas condiciones generales, salvo pocos casos en los cuales faltan trabajos de mantenimiento que no impactan en la operación de las mismas.

El aprovechamiento de los pozos profundos y la captación Los Hervideros, cuentan con autorización y título de concesión de la CNA, y dado el potencial con que cuenta puede fácilmente cubrir la demanda actual y futura de la población de Maravatío, en cuanto a calidad el agua que se aprovecha, ésta cumple con los parámetros para el abastecimiento de agua potable a poblaciones urbanas ya que todas cuentan con tratamiento preventivo a base de hipoclorito.

Se realizaron aforos en el sistema para verificar los gastos que aportan cada una de las fuentes de abastecimiento señaladas anteriormente, para definir el aprovechamiento actual en el sistema de distribución.

Para los aforos se utilizó un medidor de flujo ultrasónico marca Langwei modelo TDS-100H y se realizaron mediciones directamente sobre las tuberías de descarga posterior al tren de descarga de las fuentes de abastecimiento.

<b>AFOROS EN FUENTES DE ABASTECIMIENTO</b>					
NOMBRE	DIAMETRO INTERIOR	CAUDAL L/S			
		TIEMPO	MAXIMO	MINIMO	PROMEDIO
Leona Vicario	4"	1h.36min	24.984	20.125	22.45
Rancho Viejo	10"	1 hora	80.4752	78.1872	79.33
Chirimoyo	10"	1h.20 min	63.4921	58.6021	61.65
Los Hervideros	8"	1h.18 min	59.327	58.021	58.60

Tabla 5.3. Aforos de la fuente de abastecimiento

Fuente: Organismo operador del municipio

Se llevó a cabo el estudio de calidad del agua para los pozos existente, tomando los muestreos para el análisis de laboratorio y midiendo en campo los siguientes parámetros: Oxígeno disuelto, sólidos totales, temperatura, p.H. y conductividad eléctrica.

Estas pruebas se realizaron con un equipo Corning playmate2 el cual está equipado con varios sensores que miden directamente los parámetros mencionados.

Para los pozos se obtuvieron los siguientes valores:

## ANÁLISIS FÍSICO

Tipo de fuente: Pozo Nombre: Leona Vicario. Ubicación: Balbuena esq. Atzimba Municipio: Maravatío, Michoacán Responsable: QFB Salvador Moreno Díaz Fecha: 12 febrero 2015								
COLOR	TURBIEDAD	COLOR APARENTE.	SABOR	OLOR	O2. DISUELTO	TEMP.AMBIENTE	TEMP AGUA	P.H.
S/C	S/V	S/C	GRATO	S/O	4.0 MG/L	18.4° c	16.4°	7.4
Tipo de fuente: Pozo Nombre: Rancho Viejo. Ubicación: División del Norte esq. Agricultores Municipio: Maravatío, Michoacán Responsable: QFB Salvador Moreno Díaz Fecha: 12 febrero 2015								
COLOR	TURBIEDAD	COLOR APARENTE.	SABOR	OLOR	O2. DISUELTO	TEMP.AMBIENTE	TEMP AGUA	P.H.
s/c	S/V	S/C	GRATO	S/O	3.8 MG/L	18.4° c	17.0°	7.2
Tipo de fuente: Pozo Nombre: El Chirimoyo. Ubicación: Agricultores esq. Benito Quezada García Municipio: Maravatío, Michoacán Responsable: QFB Salvador Moreno Díaz Fecha: 12 febrero 2015								
COLOR	TURBIEDAD	COLOR APARENTE.	SABOR	OLOR	O2. DISUELTO	TEMP.AMBIENTE	TEMP AGUA	P.H.
s/c	S/V	S/C	GRATO	S/O	4.0 MG/L	18.4° c	16.6°	7.2
Tipo de fuente: Captación Nombre: Los Hervideros. Ubicación: Ocampo esq. Reforma Norte Municipio: Maravatío, Michoacán Responsable: QFB Salvador Moreno Díaz Fecha: 12 febrero 2015								
COLOR	TURBIEDAD	COLOR APARENTE.	SABOR	OLOR	O2. DISUELTO	TEMP.AMBIENTE	TEMP AGUA	P.H.
s/c	S/V	S/C	GRATO	S/O	3.9 MG/L	18.7° c	16.2°	7.0
Tipo de fuente: Pozo Nombre: Agua Bendita Ubicación: Sin nombre esq. Lic. Jorge García. Municipio: Maravatío, Michoacán Responsable: QFB Salvador Moreno Díaz Fecha: 12 febrero 2015								
COLOR	TURBIEDAD	COLOR APARENTE.	SABOR	OLOR	O2. DISUELTO	TEMP.AMBIENTE	TEMP AGUA	P.H.
s/c	S/V	S/C	GRATO	S/O	4.0 MG/L	18.4° c	16.6°	7.2

Una vez que se lleva a cabo la medición de los parámetros de campo, se efectúa el muestreo para el análisis bacteriológico en un recipiente de 325 ml y la muestra para el análisis físico- químico en recipientes de tres litros.

#### **5.1.1. Fuentes De Abastecimiento.**

El sistema de agua potable de la ciudad de Maravatío de Ocampo, Michoacán; actualmente cuenta con cinco fuentes de abastecimiento en funcionamiento y una que está en proceso de construcción misma que según datos proporcionados por el Organismo operador será puesta en funcionamiento en el mes de marzo de 2016.

Dichas fuentes de Abastecimiento son:

1.-Pozo "Leona Vicario" ubicado en la calle Balbuena esquina con Atzimba, dicho pozo tiene una profundidad de 110 mts. se encuentra debidamente equipado con bomba, tren de piezas especiales de 4" pulgadas. Presenta un gasto promedio de 22.45 LPS. Este pozo bombea hacia el tanque de regulación Loma Alta. En términos generales se encuentra en buenas condiciones de operación.

2.- Pozo "Rancho Viejo", ubicado en la calle División del Norte esquina con Agricultores de la colonia Luis Donaldo Colosio, dicho pozo tiene una profundidad de 185 mts. se encuentra equipado con bomba de 85 caballos de fuerza, tren de piezas especiales de 10" pulgadas. Presenta un gasto promedio de 79,22 LPS. Cuenta con su sistema de cloración e equipamiento eléctrico todas las instalaciones términos generales se encuentra en buenas condiciones de operación.

3.- Pozo “El Chirimoyo” esta fuente de abastecimiento se encuentra localizada en la parte noroeste de la localidad de Maravatío, específicamente en la esquina que forman las calles de Agricultores y Benito Quezada de la colonia el Chirimoyo. Cuenta con una profundidad de 120 bomba de 75 caballos de fuerza, tren de piezas especiales de 6” de uso permanente con un gasto promedio de 61.64 LPS, equipado con su depósito y dosificador de cloro, se encuentra en servicio las 24 horas del día bombeando al tanque de regularización Loma Alta sus instalaciones se encuentran en buen estado de operación y regulares en mantenimiento.

4.- Captación “Los Hervideros” se encuentra ubicado en la parte sur de la localidad de Maravatío, específicamente en la calle de Ocampo esquina con Reforma Norte en la colonia Los Hervideros, en el mismo sitio se encuentran ubicadas las oficinas del DIF municipal para mayor referencia; esta fuente de abastecimiento este integrada por la captación de manantiales y el posterior rebombeo mediante una conducción de 8” de diámetro al tanque de regularización denominado 5°. Cuartel; cuenta con su sistema de cloración debidamente instalado y presenta un gasto promedio de 58.60 LPS.

5.- La captación “Agua Bendita” se encuentra ubicado en la parte este de la población, cerca de la antigua estación del ferrocarril, en la esquina que forman las calles de S/N y Lic. Jorge García en la colonia Ferrocarril esta fuente de abastecimiento consiste en una captación superficial en una estructura que sirve de estación, cuenta con un equipo de bombeo, equipo de cloración y tren de piezas especiales en 6” pulgadas opera las 24 horas del día en forma permanente enviando el agua directamente a una zona de la red de distribución, esta zona está identificada en el

plano de zonificación y se considera que opera adecuadamente y de forma independiente de la red de distribución general.

6.- Pozo “Maravatío” (nuevo). Se encuentra en la parte sureste de la localidad de Maravatío, muy cerca de la carretera que conduce a la localidad de Tlalpujahuá; este pozo profundo se encuentra en proceso de construcción al 70 % de su conclusión debido a que falta el equipamiento correspondiente y la construcción de un tanque elevado anexo al mismo.

### **5.1.2. Regularización.**

Para la regularización del caudal explotado en las diferentes fuentes de abastecimiento se cuenta con un total de 4 tanques de regularización de acuerdo a las siguientes características:

1.- Tanques Leona Vicario (2). Ubicados precisamente en el lugar que ocupa el edificio del Organismo Operador de agua potable y alcantarillado de Maravatío, recibe el agua extraída del pozo del mismo nombre, así como del tanque de regularización Loma alta; estos tanques se encuentran contruidos en mampostería con loza de concreto sus dimensiones son 10 X 15 X 2 metros, tienen una capacidad de regularización de 300 m<sup>3</sup>; estos tanques se encuentran equipados con sus respectivos sistemas de cloración y en términos generales se encuentran en buenas condiciones.



Foto 5.1. Tanques Leona Vicario

Fuente: Propia

2.- Tanque Loma Alta, se encuentra ubicado en la colonia del mismo nombre al norte de la ciudad, tiene una capacidad de 1200 m<sup>3</sup>; recibe el líquido extraído de los pozos Rancho Viejo y Chirimoyo, está construido de mampostería con losa de concreto y caseta de cloración ; este tanque se encuentra en buenas condiciones.



Foto 5.2. Tanque Loma Alta

Fuente: Propia



3.- Tanque de regularización Santa Rita- 5o. Cuartel, al poniente de la ciudad, construido con mampostería, tiene dimensiones de 20x20 x 2; recibe el agua extraída y re bombeada del pozo “ Los Hervideros” , tiene una capacidad de 800 m3. Buenas condiciones físicas y de operación.



Foto 5.3. Tanque de regularización Santa Rita – Quinto Cuartel

Fuente: Propia

### 5.1.3. Líneas De Conducción.

Las líneas de conducción de las distintas fuentes de abastecimiento están construidas con tuberías de fierro galvanizado de diámetros de 6, 8 10 y 12 pulgadas de diámetro mismas que están en buenas condiciones generales y abastecen sus respectivos tanques de regularización en la forma como se describió anteriormente y que se concentran en el cuadro siguiente:

POZO	LINEA DE CONDUCCIÓN			
	NOMBRE	MATERIAL	DIÁMETRO	DISTANCIA
Leona Vicario	Acero	6	30 m.	Tanque Leona Vicario
Rancho Viejo	Acero	8	3330 m	Tanque Loma Alta
El Chirimoyo	Acero	8	1,870	Tanque Loma Alta
Los Hervideros	Acero	10	2900	Tanque Santa Rita
Agua Bendita	Acero	6		Directo a red de distribución

Tabla 5.4. Líneas de Conducción

Fuente: Propia

#### 5.1.4. Red De Distribución.

La red de distribución está configurada de diferentes formas, realizando una sectorización y la creación de diferentes circuitos; así tenemos que del tanque de regularización “Loma Alta” se satisfacen las necesidades de la zona norte de Maravatío; de los tanques “Leona Vicario” se abastece la parte centro y parte del sur.; del “Tanque Santa Rita” o 5°. Sector, se abastece la zona poniente, sur y sur poniente; del pozo “Agua bendita” se abastece una zona al centro de la población y se opera de manera independiente del sistema general de distribución.

#### SECTORIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCION

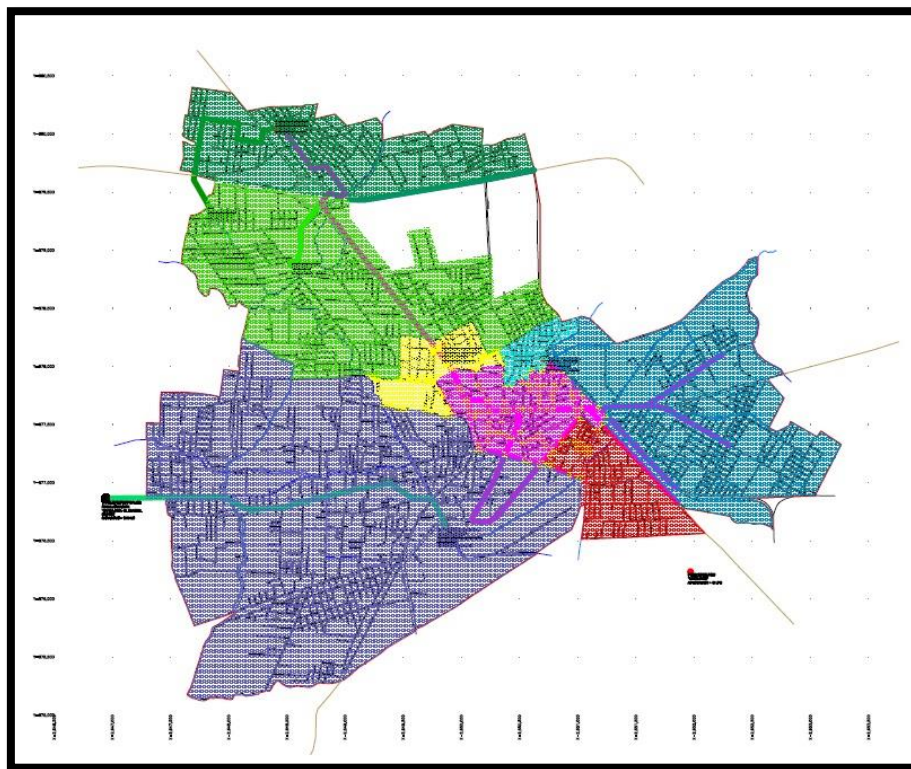


Imagen 5.1. Sectorización de la red de distribución

Fuente: Propia

Los circuitos están abastecidos mediante tuberías de 10, 8, 6, 4 y principalmente en tuberías de 2.5 pulgadas.

Las calles del centro de la ciudad cuentan con tubería de asbesto de 2.5 pulgadas las cuales dadas su antigüedad la cual data de hace aproximadamente 30 años presentan varias fugas y filtraciones provocando mucha pérdida aumentando los gastos de consumo.

### **5.1.5. Desinfección**

Para la desinfección del agua se aplica hipoclorito de sodio el cual se inyecta directamente en las líneas de conducción a los tanques de regularización y se aplica de manera permanente.



Foto 5.4. Depósitos de Hipoclorito generales para su posterior traslado a cada tanque.

Fuente: Propia



Foto 5.5. Equipos de dosificación instalados en los tanques Leona Vicario y pozo Rancho Viejo

Fuente: Propia



Foto 5.6. Equipos de dosificación instalados en los pozos Chirimoyo y Los Hervideros

Fuente: Propia



## CROQUIS DE LOCALIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA EXISTENTE

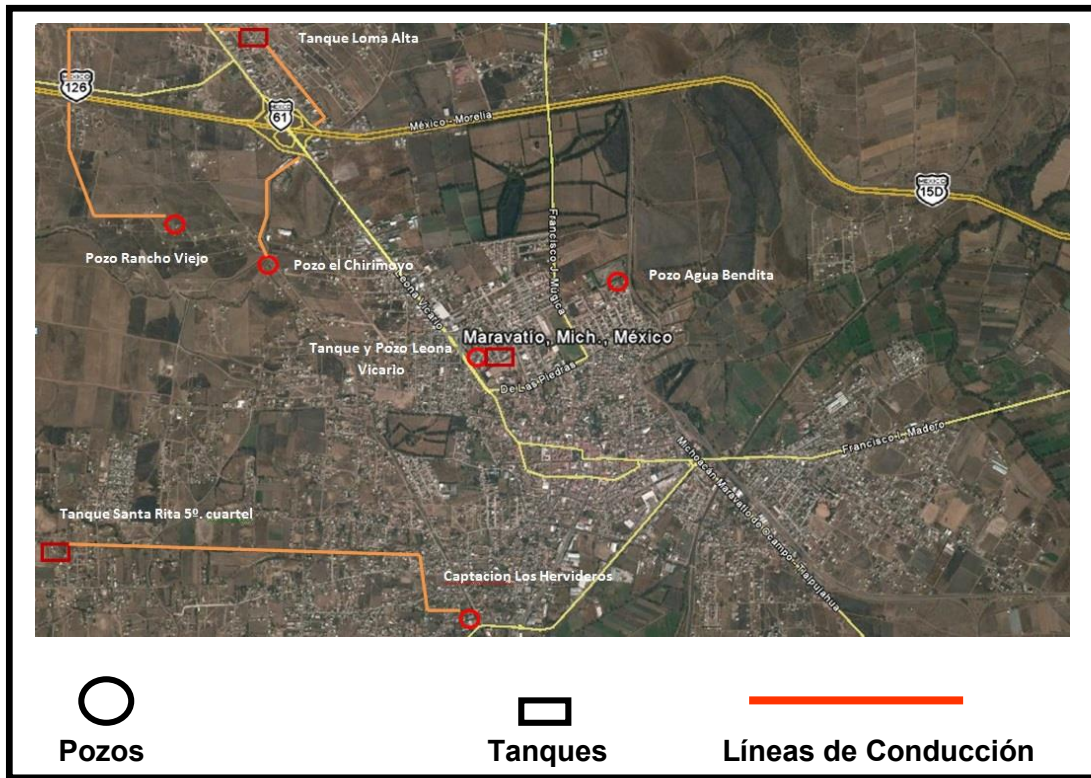


Imagen 5.2. Croquis de localización de la infraestructura existente

Fuente: Google Maps (2013)

### 5.1.6. Alcantarillado y saneamiento

En lo que se refiere al sistema de alcantarillado, algunas zonas altas carecen del servicio, estimando una cobertura del 80%, los predios que no cuentan con descarga domiciliar a la red, se tienen letrinas tipo pozo negro o con desagüe a corrientes naturales lo cual pone en riesgo de contaminación a los habitantes aledaños a estas descargas.

En lo que corresponde a las cajas para operación de válvulas se informa que solamente las que se utilizan para el control de la entrega de agua por tandeos se

pueden ubicar, existiendo válvulas que se encuentran bloqueadas y no son empleadas.

El objetivo fundamental de la topografía es recabar la información planimétrica y altimétrica de los estudios de poblaciones tanto en el campo como en gabinete, con el fin de obtener los planos y datos necesarios y suficientes para la elaboración de los proyectos.

Dentro de los estudios topográficos correspondientes al presente proyecto, se realizó en primer lugar visitas de campo para la definición de los trabajos por realizar, se desplegó en la población de Maravatío una brigada de topografía para realizar los trabajos requeridos que para el caso del proyecto que fueron:

Verificación de elevaciones de arranque e identificación de puntos de control para los diferentes componentes del sistema, trabajo que fue ejecutado, recopilando información de bancos de nivel y datos geográficos del banco de datos disponible de INEGI, así como información en tiempo real del sistema de la red geodésica nacional activa.

Se visitaron los sitios donde se ubican los pozos que abastecen el sistema, En estos sitios se recopiló información sobre las características como elevación, estado de conservación de los equipos de bombeo y casetas de operación y cloración de los pozos



Foto 5.7. Toma de elevación con GPS

Fuente: Propia

Se realizó el levantamiento de líneas de conducción y alimentación en la red de distribución, para lo cual se utilizó estación total sokkia set-620 con aproximación a 5 seg.; se realizó el levantamiento en planimetría para la ubicación de las líneas de alimentación, a la par se realizó el levantamiento altimétrico para la generación de los perfiles topográficos base para los análisis hidráulicos y ejecución de proyectos.

Se realizaron los trabajos topográficos sobre las distintas líneas de conducción existentes que operan por bombeo y gravedad y de las que forman parte de rebombes hacia los tanques de regularización, específicamente las conducciones que corren hacia el tanque loma Alta y Tanque santa Rita 5°. Cuartel.

En el caso de la línea de conducción del pozo Rancho viejo hacia el tanque de regularización Loma alta, este se realizo en terreno de tipo lomerío, semi accidentado y a través de terreno destinados a cultivo, esta línea de conducción cruza la autopista México- Guadalajara a través de una alcantarilla. En el caso de la línea del pozo El Chirimoyo hacia el tanque loma Alta, esta sigue el cauce de un canal ubicado muy

cerca al pozo hasta cruzar la misma autopista y continuar por la calle Bonsai hasta el tanque de regularización.

Se realizó la nivelación diferencial de las líneas tanto de conducción como de alimentación, de igual forma se realizó la nivelación para definir la elevación en todos los cruces de la población, esto nos permite generar el modelo digital de elevación así como la triangulación que nos permiten la generación de curvas de nivel.



Foto 5.8. Levantamiento topográfico

Fuente: Propia

Esto permite generar la revisión y proyecto de la red de distribución, al tener información específica de elevación de cada punto de la misma.

Los resultados del levantamiento topográfico se presentan en planos indicando en cada caso las coordenadas del trazo, bancos de nivel y bancos de georeferenciación utilizados, para el caso de las líneas de conducción y alimentación se presenta la planta y el perfil topográfico y para el caso de la red de distribución se presenta la planta con los datos de las elevaciones y curvas de nivel a cada metro en m.s.n.m.



En el anexo 2 de planos se cuenta con una copia de los levantamientos topográficos realizados.

## **5.2. Proyecto ejecutivo**

En general al diseñar un sistema de agua potable, se toma como base una estimación de la población futura de la localidad, para lo cual es indiscutible que de la mayor o menor aproximación que se logre en la predicción de la población dependerá que la obra cumpla su cometido futuro, y que efectivamente al reducirse el grado de incertidumbre en el diseño pueda ser más económica.

Los factores básicos del cambio en la población son el aumento natural, o sea el incremento de nacimientos, la migración y emigración neta que se pueda presentar y que es evidente que corresponde al egreso o ingreso permanente de población. Sin embargo las tasas de natalidad y mortandad no se mantienen constantes a través del tiempo por lo que aún el hacer estimaciones de un año a otro se obtienen valores aproximados. Por lo tanto, puede decirse que mientras mayor sea la base de datos de población con que se trabaje, el crecimiento natural tendrá más peso en el aumento natural de dicha población.

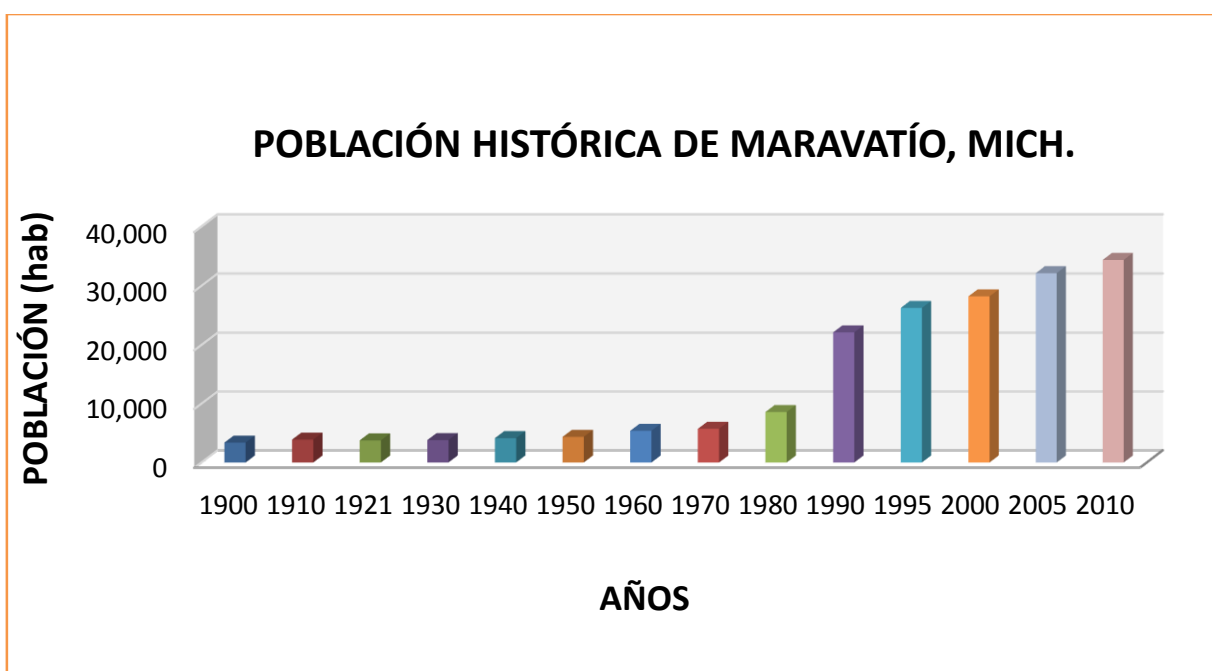
Para el caso de Maravatío, es importante mencionar que, tanto esta localidad, como todo el municipio tiene la particularidad de que existe una gran emigración al interior y exterior del país, por lo que los censos del INEGI de 1990 reportan un retroceso de población, en los resultados de 1970 y nuevamente 1995 se observó una reducción importante, datos que se presentan a continuación.

## POBLACIÓN HISTÓRICA DE LA LOCALIDAD DE MARAVATÍO DE OCAMPO

No.	AÑO	POBLACIÓN	INCREMENTO	DATO ORIGEN
1	1960	5388		CENSO
2	1970	5372	-16	CENSO
3	1980	8588	+3216	CENSO
4	1990	22133	13545	CONTEO
5	1995	26272	4139	CENSO
6	2000	28218	1946	CONTEO
7	2005	32146	3928	CENSO
8	2010	34381	2235	CENSO

Tabla 5.5. Población histórica de la localidad de Maravatío

Fuente: INEGI (2015)



Grafica 5.1. Población histórica de Maravatío

Fuente: INEGI (2015)

Por otra parte es importante enfatizar que para determinar la población futura (2035) de la localidad, se realizarán proyecciones tomando como base los datos

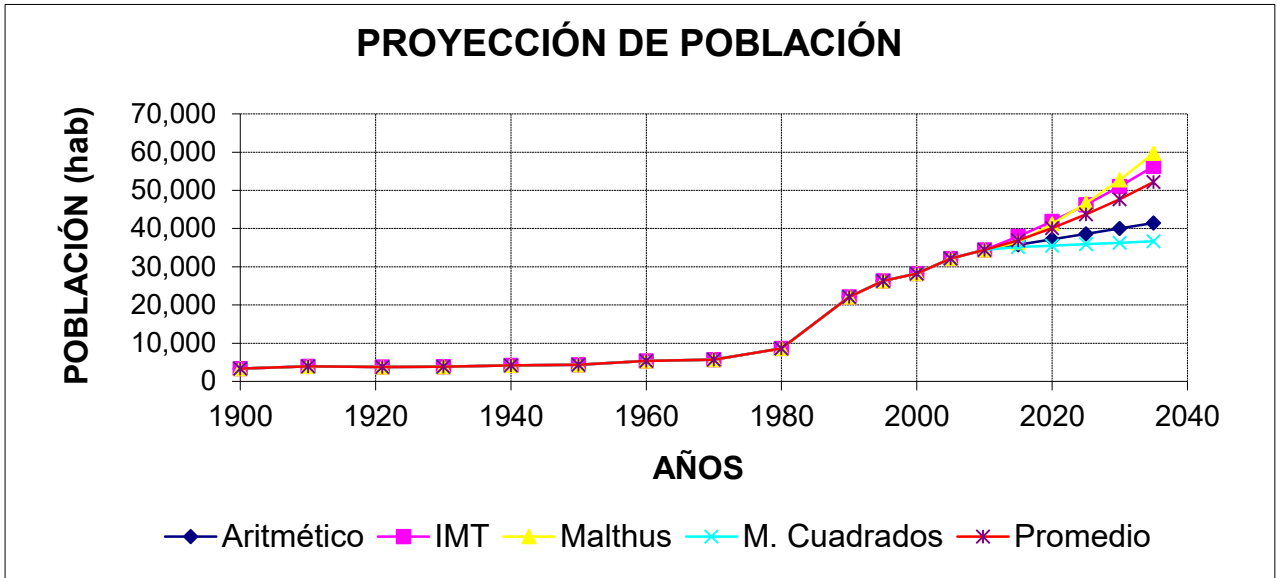
históricos de población registrados y reportados con anterioridad, que generan datos más confiables en cuanto a la población estimada para los fines del presente proyecto.

Los valores de la población se obtendrán al seleccionar los resultados de alguno de los métodos de proyección siguientes: Geométrico, Aritmético, Incremento Medio Total, de Malthus y de Mínimos Cuadrados. La proyección se efectúa para el año actual (2015) y largo plazo (2035), abarcando con ello todo el horizonte de proyecto que para el caso se fijó en 20 años. En la siguiente tabla y grafica se muestran los resultados que arrojan las proyecciones realizadas.

<b>MÉTODOS DE PROYECCIÓN</b>						
<b>AÑO</b>	<b>Geométrico</b>	<b>Aritmético</b>	<b>IMT</b>	<b>Malthus</b>	<b>M. Cuadrados</b>	<b>Promedio</b>
<b>INEGI 1900</b>						<b>3,384</b>
<b>INEGI 1910</b>						<b>3,900</b>
<b>INEGI 1921</b>						<b>3,757</b>
<b>INEGI 1930</b>						<b>3,813</b>
<b>INEGI 1940</b>						<b>4,174</b>
<b>INEGI 1950</b>						<b>4,363</b>
<b>INEGI 1960</b>						<b>5,388</b>
<b>INEGI 1970</b>						<b>5,732</b>
<b>INEGI 1980</b>						<b>8,588</b>
<b>INEGI 1990</b>						<b>22,133</b>
<b>INEGI 1995</b>						<b>26,272</b>
<b>INEGI 2000</b>						<b>28,218</b>
<b>INEGI 2005</b>						<b>32,146</b>
<b>INEGI 2010</b>						<b>34,381</b>
<b>1 2015</b>	<b>39,248</b>	<b>35,790</b>	<b>37,948</b>	<b>36,384</b>	<b>35,149</b>	<b>36,904</b>
<b>2 2020</b>	<b>44,804</b>	<b>37,199</b>	<b>41,885</b>	<b>41,181</b>	<b>35,533</b>	<b>40,121</b>
<b>3 2025</b>	<b>51,147</b>	<b>38,608</b>	<b>46,230</b>	<b>46,611</b>	<b>35,917</b>	<b>43,703</b>
<b>4 2030</b>	<b>58,388</b>	<b>40,017</b>	<b>51,027</b>	<b>52,756</b>	<b>36,301</b>	<b>47,698</b>
<b>5 2035</b>	<b>66,653</b>	<b>41,426</b>	<b>56,321</b>	<b>59,711</b>	<b>36,685</b>	<b>52,159</b>

Tabla 5.6. Método de Proyección

Fuente: INEGI (2015)



Gráfica 5.2. Gráfica de Proyección de la Población Maravatío

Fuente: INEGI (2015)

Como se observa, los resultados obtenidos por cada uno de los modelos presentan diferentes tasas de crecimiento, las cuales son muy diferentes a los valores de población histórica reales que se tomaron hasta el año del 2010, las tasas de crecimiento de proyecto se presentan con una gran variabilidad, aunque para nuestro caso particular observamos que la que más se ajusta a es el promedio de los resultados obtenidos, lo anterior en función del ajuste que se observa en la línea de crecimiento. Por lo tanto la población de proyecto que se toma para el dimensionamiento de las obras que se requiere construir, para satisfacer las demandas del sistema de agua potable es de 52,159 habitantes.

### **5.2.1. Periodo de Diseño**

Los elementos del sistema de agua potable se proyectan con capacidad prevista para dar servicio durante un cierto tiempo después de su instalación que se denomina periodo de diseño, el cual se entiende como el plazo en el que se estima que las obras por construir serán eficientes.

Conforme a lo antes descrito y atendiendo las recomendaciones que al respecto refieren las normas, el periodo de diseño que se selecciona para el proyecto es de 20 años; siendo el punto de partida el año 2015 y el de término el año 2035.

### **5.2.2. Dotación**

Debido a que actualmente no se cuenta con macromedición en las fuentes de abastecimiento y a que tampoco existe micromedición, no se tiene información que permita determinar los consumos actuales; por lo que se considera el consumo propuesto en el manual para proyectos de abastecimiento de agua potable de la CNA y que para el caso de la localidad de Maravatío corresponde a 170 l.h.d. considerando el clima y las condiciones de la población, con esta dotación base y haciendo un análisis por infraestructura y servicios públicos se obtiene una dotación base para el diseño de los diferentes elementos de la red de 202.48 l.h.d.

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA LA POBLACIÓN DE  
"MARAVATÍO DE OCAMPO", MPIO. DE MARAVATÍO, MICH.

CONCEPTO	2015	2020	2025	2030	2035
	Población Total	36,904	40121	43703	47,698
<b>Población Proyecto</b>	<b>5,928</b>	<b>6,444</b>	<b>7,020</b>	<b>7,661</b>	<b>8,378</b>
Perdidas (%)	5	5	5	5	5
<b>Consumos de agua (m<sup>3</sup>/día)</b>					
Consumo Domestica total (170 l/hab/día) m3/día	1007.70	1095.53	1193.35	1302.43	1424.26
Consumo de servicio público (m3/día)	197.18	197.18	197.18	197.18	197.18
Suma de los consumos (m3/día)	1204.88	1292.71	1390.53	1499.61	1621.44
<b>Demanda de agua y dotación (m<sup>3</sup>/día)</b>					
Demanda Doméstica total	1060.74	1153.19	1256.15	1370.98	1499.22
Demanda de servicio publico	197.18	197.18	197.18	197.18	197.18
Suma Total de las demandas (m3/día)	1257.92	1350.37	1453.33	1568.16	1696.40
Suma de las demandas (m3/día)	1257.92	1350.37	1453.33	1568.16	1696.40
<b>Dotación de agua (l/hab/día)</b>	<b>212.21</b>	<b>209.54</b>	<b>207.04</b>	<b>204.68</b>	<b>202.48</b>
<b>Datos de proyecto de agua potable</b>					
Gasto Medio Diario (l/s)	14.56	15.63	16.82	18.15	19.63
Gasto Máximo Diario (l/s), cvd=1.2	17.47	18.76	20.19	21.78	23.56
Gasto Máximo Horario (l/s), cvh=1.5	26.21	28.13	30.28	32.67	35.34
APORTACION DE AGUAS NEGRAS (%)	75	75	75	75	75
Aportación de alcantarillado Sanitario (m3/día)	943.44	1012.78	1090.00	1176.12	1272.30
Aportación de alcantarillado Sanitario (l/hab/día)	159.16	157.16	155.28	153.51	151.86

<b>CONSUMO PARA USO PÚBLICO DE "MARAVATÍO", MPIO. DE MARAVATÍO</b>			
<b><u>TIPO DE INSTALACIÓN</u></b>		<b><u>CONSUMO DE AGUA</u></b>	<b><u>TOTAL LTS.</u></b>
<b>EDUCACIÓN</b>	<b>ALUMNOS</b>	<b>LTS / ALUMNO / TURNO</b>	
PREESCOLAR	90	20	1,800.00
PRIMARIA	900	20	18,000.00
SECUNDARIA	180	20	3,600.00
NIVEL TÉCNICO Y MEDIA SUPERIOR	240	20	4,800.00
	<b>CAMAS O HUESPED</b>	<b>LTS/CAMA/DIA O LTS/HUESPED</b>	
CLINICA	50	800	40,000.00
MERCADO	40	100	4,000.00
TEATRO	80	6	480.00
HOTELES	20	400	8,000.00
<b>ESPACIOS ABIERTOS</b>	<b>M2.</b>	<b>LTS M2. DIA</b>	
*JARDINES Y CALLES	23,300	5	116,500.00
			<b>197,180.00</b>

### 5.2.3. Datos de Proyecto.

Los datos de proyecto comprenden aquellos factores que intrínsecamente regulan el dimensionamiento de las obras que se requiere construir, para satisfacer las

demandas del sistema de distribución de agua potable de la población tanto actuales como futuras. Los datos generales de proyecto para toda la población de Maravatío se consignan en la siguiente tabla, donde se presentan los gastos de diseño actuales para el año 2015 y de proyecto al año 2035.

#### **Gastos de Diseño de Maravatío, Mich.**

<b>AÑO</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>DOTACIÓ N</b>	<b>Q<sub>med</sub></b>	<b>Q<sub>máx</sub> diario</b>	<b>Q<sub>máx</sub> horario</b>	<b>Coef. de variación diaria</b>	<b>Coef. de variación horaria</b>
	<i>( hab. )</i>	<i>( l/hab/d )</i>	<i>( l/s )</i>	<i>( l/s )</i>	<i>( l/s )</i>		
2015	5,928	212	14.56	17.47	26.21	1.20	1.50
2020	6,444	210	15.63	18.76	28.13	1.20	1.50
2025	7,020	207	16.82	20.19	30.28	1.20	1.50
2030	7,661	205	18.15	21.78	32.67	1.20	1.50
2035	8,378	202	19.63	23.56	35.34	1.20	1.50

#### **5.2.4. Captación.**

En el caso de las fuentes de abastecimiento que actualmente son aprovechadas para el sistema de agua potable y que han sido enumerados reiteradamente en el presente documento no se prevén trabajos especiales ya que en términos generales los mismos se encuentran en buenas condiciones únicamente se recomienda trabajos de mantenimiento rutinario.

#### **5.2.5. Líneas de Conducción.**

Respecto a las líneas de conducción de las diferentes fuentes de abastecimiento y tras realizar la revisión hidráulica tanto de proyecto como en las condiciones actuales de operación; se determina que cada una de ellas es capaz de



proporcionar el gasto necesario para abastecer las diferentes zonas de la localidad de Maravatío, incluyendo de forma específica la zona centro de la ciudad, materia del presente proyecto, por lo cual no serán trabajos necesarios en las diferentes líneas de conducción.

#### **5.2.6. Plantas de Bombeo.**

En este apartado el sistema de agua potable no requiere la utilización de nuevas estaciones de bombeo salvo los ya existentes como lo son los ubicados en los pozos Leona Vicario, Rancho viejo, Chirimoyo, Agua Vendita y los Hervideros, por lo anterior no se requieren trabajos específicos ya que la potencia, equipamiento electromecánico y eléctrico se encuentran buenas condiciones operativas y físicas por lo que este concepto no está considerado en el presente proyecto.

#### **5.2.7. Regularización.**

En todo sistema de distribución de agua potable se requiere de una adecuada regularización, la cual permite proporcionar agua en cantidad de acuerdo a los requerimientos de los usuarios y con las presiones adecuadas.

La regularización del sistema de abastecimiento de Maravatío está integrado como anteriormente se citó por cuatro tanques de regularización de uno de los tanques de Leona Vicario se deriva la red de la Zona Centro al cual descarga el fluido extraído del pozo del mismo nombre tiene una capacidad de 300 m<sup>3</sup> y se encuentra en la parte centro de la población, el proyecto contempla que este alimentará la zona centro de la ciudad por medio de la red de distribución de agua potable que también se proyecta.

### ANÁLISIS DE REGULARIZACIÓN

ZONA	Q Max D	COEF. DE REG. PARA 24 HRS. CNA	REGULARIZACIÓN REQUERIDA	REGULARIZACIÓN DISPONIBLE
CENTRO	23.56	11.00	259.16	300.00

Se tiene un coeficiente de 11; que es el coeficiente que establece el manual de diseño de Agua Potable, de la Comisión Nacional del Agua (C.N.A.) para 24 hr horas de suministro a los tanques. Este coeficiente al multiplicarse por el gasto máximo diario de 23.56 l/s nos da la capacidad antes citada de los 259.16 m<sup>3</sup>. Es evidente e importante aclarar que para regularizar este volumen, ya no se requiere de la construcción de tanques de regularización, puesto que se cuenta con la capacidad suficiente en el sistema actualmente.

#### **5.2.8. Diseño de la red de distribución.**

Una parte importante fundamental en todo sistema de agua potable es la distribución, ya que se debe contar con el caudal necesario demandado para abastecer a una ciudad con la cantidad y la presión requerida. Para el proyecto de la población de Maravatío, se procedió a realizar al análisis hidráulico de la red de distribución de agua potable, mediante la aplicación del modelo de simulación. Este modelo funciona bajo el principio general de equilibrio de gastos y cargas para una red de distribución. Cabe aclarar que la simulación hidráulica se hizo para condiciones de la demanda máxima horaria tanto para condiciones actuales como para condiciones de proyecto.

De la revisión actual del funcionamiento hidráulico del sistema el cual se evaluó para valores de distribución actual y de proyecto en las condiciones en que se

encuentra el sistema de tuberías, mostró que a pesar de los cortes en las líneas y los circuitos realizados por el organismo operador la red tiene capacidad suficiente para distribuir el gasto que se requiere, tanto para condiciones actuales como para gastos de proyecto; aunque se tiene la problemática de tener tuberías muy viejas que presentan serios problemas de fugas.

Los resultados arrojados por el modelo mencionado se presentan en los planos correspondientes (Anexo 2) y son la distribución de gastos, los niveles piezométricos y las cargas de trabajo en cada cruce de la red de distribución.

Para el cálculo de la red de distribución se aplicó la fórmula de Manning con un coeficiente de rugosidad de  $n = 0.009$  para tuberías de PVC, en tanto que para la tubería existente de AC, se aplicó un coeficiente de Manning de 0.010.

Factores de variación diaria y horaria: Para absorber las variaciones diarias y horarias se utilizaron los factores de 1.2 y 1.5 respectivamente.

Demanda por tramo: Con base a la demanda máxima horaria se definieron los gastos de extracción en cada uno de los tramos de la red, para lo cual fue necesario en un principio hacer un planteamiento de estructuración de la redistribución para aprovechar el sistema existente así como los tanques de regularización y la posición de cada uno de ellos, así pues se definió que la zona centro de la ciudad de Maravatío seguirá siendo abastecida por el afluente del tanque de regularización Loma alta y Leona Vicario el cual dada su ubicación proporciona la carga suficiente para dotar del agua esta zona; pero para optimizar la distribución de la misma y evitar la pérdida del líquido se proyecta la reconstrucción de la red de distribución en una

longitud de 15,861 m. que abarca principalmente la zona centro de la ciudad que abarca un área de 77.26 ha. y que es la materia central del presente estudio.

En estos trabajos se propone la sustitución de la tubería actual la cual data de aproximadamente 35 años de antigüedad y que está integrada por tubería de asbesto sustituyéndola por tubería de PVC RD-26 en diámetros de 10, 8, 6, 4 y 2.5 pulgadas. A continuación se presenta desglose de la cantidad de longitud requerida por diámetro por instalar:

<b>DIÁMETRO</b>	<b>LONGITUD (m)</b>
10"	767
8"	541
6"	898
4"	824
2 1/2"	12,831

Así mismo se indica la instalación de 13 válvulas de seccionamiento de fo.fo. para la optimización de la distribución.

<b>VÁLVULA</b>	<b>CANTIDAD</b>
10"	1
8"	1
6"	1
4"	2
2 1/2"	8

Las válvulas anteriormente señaladas serán instaladas en 6 diferentes tipos de caja descritas en el siguiente cuadro:

<b>CAJA</b>	<b>CANTIDAD</b>
Tipo 12	3
Tipo 7	1
Tipo 3	2

Las zonas aledañas a la zona centro de la ciudad seguirán siendo abastecidas por el sistema tal y como se encuentra operando actualmente, pero con la ventaja adicional de que al presentar menos pérdidas por filtraciones y fugas, el caudal llegará a las partes más alejadas con mejores presiones.

Por lo que la distribución quedará de la siguiente manera:

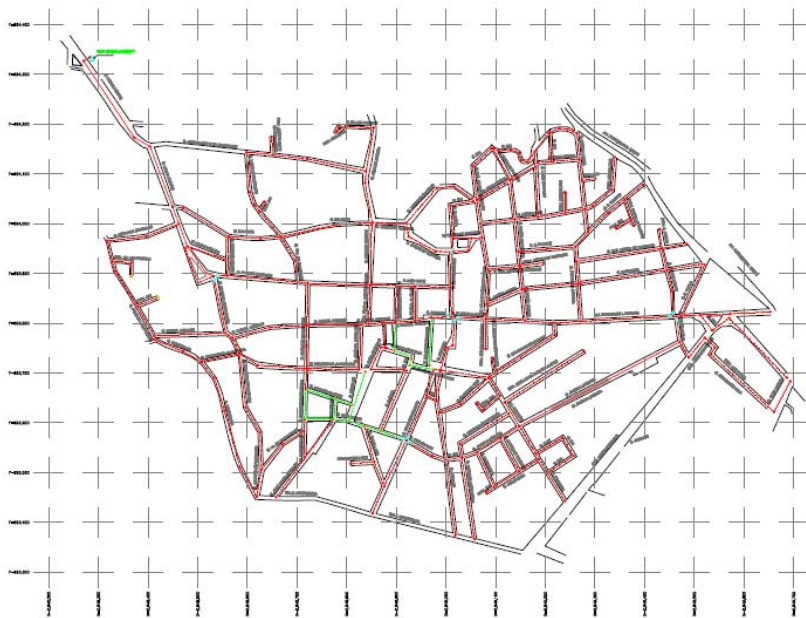


Imagen 5.3. Red de distribución de agua potable

Fuente: Propia

La red de la zona centro será abastecida como ya se mencionó anteriormente por el tanque de regularización Leona Vicario el cual cuenta con una capacidad de 300m<sup>3</sup>, la zona de cobertura de esta red es la zona centro de la población, esta zona abastecerá al 16.06% de la población lo que representa 8,378 habitantes proyecto, para rehabilitar y ampliar la zona centro de la redistribución de Maravatío se requiere

la instalación de 12,831 m de tubería de PVC de 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> pulgadas de diámetro, 824 m de tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, 898 m de tubería de PVC de 6 pulgadas de diámetro, 541 m de tubería de PVC de 8 pulgadas de diámetro y 767 m de tubería de PVC de 10 pulgadas de diámetro, con la instalación de estas tuberías el análisis hidráulico para el gasto de proyecto indica que se cuentan con presiones que va de los 9.60 a los 23.32 m de columna de agua, se hará el seccionamiento de la zona para facilitar la operación y permitir el funcionamiento de la red en caso de reparaciones, para lo cual se instalarán 13 válvulas de seccionamiento mismas que están indicados en el plano de proyecto de la red de distribución asimismo se construirán 6 cajas para operación de válvulas.

Finalmente se puede establecer que el diseño de esta red tendrá un impacto social que beneficiará a la zona centro de esta localidad debido a la mejora del servicio de abastecimiento de agua potable que se generará como consecuencia del diseño de la misma, como los resultados expuestos anteriormente.

El análisis hidráulico de la red se presenta en el Anexo 1 “Memoria de Cálculo” y todos los detalles se presentan en los planos correspondientes en el Anexo 2 “Planos”.

## CONCLUSIÓN

La presente investigación planteó proyectar la rehabilitación de la red de agua potable de la zona centro de la localidad de Maravatío, Michoacán, dicho objetivo se cumplió de manera satisfactoria con ayuda de información previamente recabada y el uso de herramientas computacionales como lo es el software CivilCad.

Se logró este objetivo mediante el estudio general de las distintas fuentes de agua potable que abastecen la localidad así como de las especificaciones particulares de cada tanque con el que se cuenta. Al observar las capacidades de regularización y el buen funcionamiento en el que se encuentran los tanques se descartó que la red es ineficiente por insuficiencia en la regularización, por tanto conociendo que la red rebasa el periodo de vida útil, que en un red de distribución de agua potable son 20 años, y conociendo los materiales existentes, asbesto en su mayoría y pvc únicamente en una pequeña zona recién remodelada, debido a estos factores suponemos son la causa de la ineficiencia que presenta actualmente esta red de distribución. Se hizo el proyecto desde el levantamiento topográfico de la zona para conocer sus elevaciones, ya que el organismo operador ni el municipio contaban con dichos datos, posteriormente realizar los cálculos pertinentes para determinar la población futuro a 20 años según lo marca los requerimientos, esto para determinar el gasto máximo horario que la población requerirá, así como la dotación necesaria según la población, el clima de la zona, y las perdidas, ya con los datos necesarios se prosiguió con ayuda del software CivilCad a realizar el análisis de la red proponiéndola con diámetros efectivos de acuerdo a las necesidades topográficas, utilizando el método de Hardy-

Cross con el coeficiente de Manning  $n=2$ , para con esto lograr obtener una propuesta satisfactoria para la zona proyecto.

Así como también se plantearon cuatro objetivos específicos, el primero de ellos menciona, se proponga la modernización de acuerdo a materiales y diámetros acordes a las necesidades, se cumplió al proyectar la red por medio de tanteos y de acuerdo a la topografía una tubería de PVC RD-10 con diámetro de 10" para la toma del tanque Leona Vicario, seguidamente para el circuito fueron diámetros subsecuentes de 8", 6", 4" y 2 ½", así mismo el diámetro de 2 ½" para todas las ramificaciones.

El segundo objetivo específico hace mención a proyectar la sectorización, lo cual se hizo mediante la proyección de 4 circuitos cerrados, así mismo para seccionar se hizo uso de válvulas de seccionamiento, son 13 en total con sus respectivas cajas, estas con la finalidad de aprovecharse en alguna necesidad y desproteger momentáneamente a la menor área posible.

Como hace mención el tercer objetivo es hacer los planos correspondientes, que consisten primeramente en un plano con la sectorización de todo el municipio según la distribución de agua potable de los distintos tanques de almacenamiento, un segundo plano con la topografía de la zona en estudio, así como principal de un plano con la red de distribución de agua potable, sus diferentes elevaciones, válvulas y diámetros de tubería requeridos.

Por último, conceptualizar el proceso de diseño de una red de distribución, dicho objetivo fue cumplido al definirse que una red "Es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta



las tomas domiciliarias o hidrantes públicos.” fuente(CNA: 2007; 11), así como su clasificación que puede ser un sistema en malla, ramificado y combinado, la cual depende principalmente de la topografía de las calles, y los componentes de una red son: tuberías, piezas especiales, válvulas, hidrantes, tanques de distribución, tomas domiciliarias, rebombeos y cajas rompedoras de presión.

En base a la pregunta de investigación realizada en la introducción, la cual dice, ¿Cuáles serán los requerimientos necesarios para que la red de distribución zona centro de la localidad de Maravatío trabaje eficientemente?, se da respuesta en base a los cálculos realizados obteniendo así los diámetros necesarios para cada tramo de la red con el fin de que trabaje de una manera eficiente, dicho diámetros van desde diez pulgadas en tubería PVC hasta dos y media pulgadas en sus extremos. La variedad de tramos es resultado de la necesidad de mantener una presión adecuada para lograr mantenerla estable en toda la red.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Caballero García, Carlos Alberto. (2000)

Sistema de agua potable para la colonia La Santa Cruz.

Tesis inédita de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco A.C.

Uruapan Michoacán, México.

César Valdez, Enrique. (1994)

Abastecimiento de agua potable. Vol. 1

Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería. México.

Comisión Nacional del Agua. (2007)

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. (Apartados: Redes de distribución, Datos básicos y Abastecimiento de agua potable).

CNA. México.

Hernández Samperi, Roberto y Cols. (2010)

Metodología de la investigación

Editorial Mc Graw Hill. México

Medina Martínez, Ricardo. (2010)

Revisión de la red de distribución general de agua potable de la localidad de Capacuaro, Michoacán.

Tesis inédita de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco A.C.

Uruapan Michoacán, México.

Mendieta Alatorre, Ángeles. (2005)

Métodos de investigación y manual académico

Editorial Porrúa. México,

Tamayo y Tamayo, Mario. (2005)

El proceso de la investigación científica

Editorial Limusa. México

Tippens E.,Paul. (2007)

Física. Conceptos y aplicaciones

Editorial Mc Graw Hill. Chile

Resnick, Robert y Cols. (1999)

Física 1

Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México

Zacarías Gómez, Felipe. (2002)

Abastecimiento de agua potable y red de distribución para las colonias y fraccionamientos de San Rafael en la zona oriente de Uruapan, Mich.

Tesis inédita de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Don Vasco A.C.

Uruapan Michoacán, México.

## OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

Historia del tratamiento de agua potable

<http://www.lenntech.es/procesos/desinfeccion/historia/historia-tratamiento-agua-potable.htm>

INEGI

Google maps (2013)

Mapa de Michoacán, figura 3.1

<https://maps.google.com.mx/maps?q=maps+michoacan&ie=UTF-8&hq=&hnear=0x842a5f3e1eb35cb7:0x3bc7650cf34be0d4,Michoac%C3%A1n&gl=mx&ei=H4VoUpCPDYqg9QS66oD4Cw&ved=0CCsQ8gEwAA>

Milliarium

<http://www.miliarium.com/Prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.asp>

**ANEXO 1**  
**MEMORIA DE CÁLCULO**

### CÁLCULO DE LA POBLACIÓN DE PROYECTO

#### MÉTODO GEOMÉTRICO POR INCREMENTO MEDIO ANUAL EN PORCIENTO

EL PRINCIPIO EN QUE SE BASA ESTE MÉTODO ES EL DE CONSIDERAR QUE LA POBLACIÓN TENDRA UN INCREMENTO ANÁLOGO, AL QUE SIGUE UN CAPITAL AUMENTADO EN SUS INTERESES, ESTO SIGUIENDO LA FÓRMULA DE INTERES COMPUESTO EN EL QUE EL REDITO ES EL FACTOR DE CRECIMIENTO.

**LOCALIDAD:** Maravatio  
**MUNICIPIO:** Maravatio  
**ESTADO:** Michoacán

$Pf = Pa + Pa(i/n) \cdot tm \cdot Ni/100$

POBLACIÓN SEGÚN CENSOS DE POBLACIÓN (INEGI)							
AÑO	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	DIFERENCIA ( AÑOS )	DIFERENCIA ( LOCALIDAD )	LOCALIDAD ( % )	t c ( % )
1900	0	0	3,384				
1910	0	0	3,900	10	516	15.2	1.43%
1921	0	0	3,757	11	-143	-3.7	-0.34%
1930	0	0	3,813	9	56	1.5	0.16%
1940	0	0	4,147	10	334	8.8	0.84%
1950	0	0	4,363	10	216	5.2	0.51%
1960	0	0	5,388	10	1,025	23.5	2.13%
1970	0	0	5,732	10	344	6.4	0.62%
1980	0	0	8,588	10	2,856	49.8	4.13%
1990	0	0	22,133	10	13,545	157.7	9.93%
1995	0	0	26,272	5	4,139	18.7	3.49%
1995	0	0	26,272	5	1,946	7.4	1.44%
2000	0	0	28,218	5	3,928	13.9	2.64%
2005	0	0	32,146	5	2,238	7.0	1.30%
2010	0	0	34,381				
2015	0	0	0				
				110	30997	311	2.13

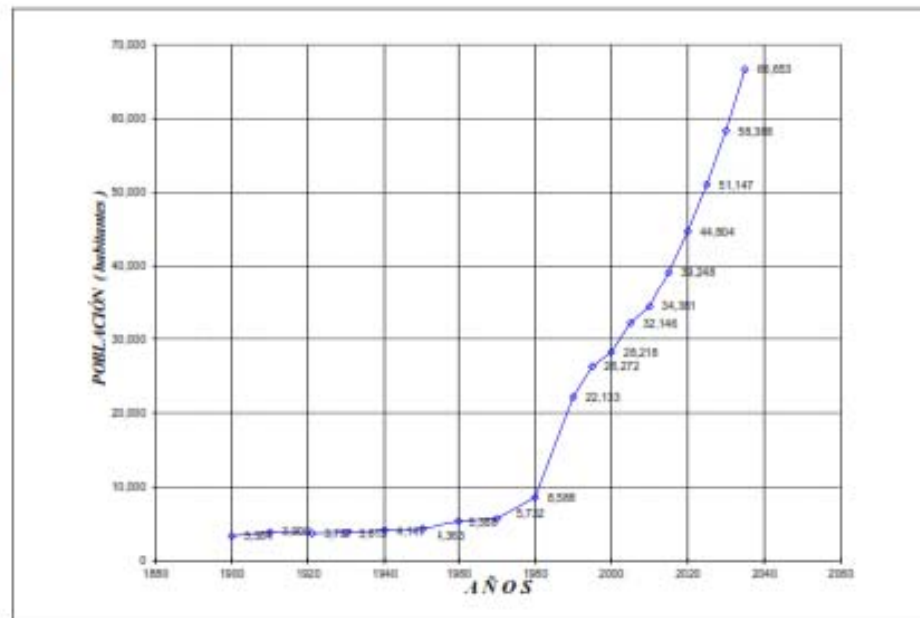
$$\%im = \frac{\sum \%}{n}$$

donde: *Pf*=Población futura  
*Pa*=Población actual  
*% im*=Coeficiente en porcentaje  
*N*=Años de proyecto  
*n*=Suma diferencia de años

$$\% im = 2.83$$

**AÑO** **POBLACIÓN**  
**DE PROYECTO**  
**(localidad)**

1900	3,304
1910	3,900
1921	3,757
1930	3,813
1940	4,147
1950	4,363
1960	5,388
1970	5,732
1980	6,588
1990	22,133
1995	26,272
2000	26,218
2005	32,146
2010	34,381
2015	39,248
2020	44,604
2025	51,147
2030	58,388
2035	66,653





### MÉTODO ARITMÉTICO

EN ESTE MÉTODO SE CONSIDERA QUE EL INCREMENTO DE POBLACIÓN ES CONSTANTE Y CONSISTE EN OBTENER EL PROMEDIO ANUAL EN AÑOS ANTERIORES Y APLICARLOS AL FUTURO EN BASE A LAS FÓRMULAS SIGUIENTES :

LOCALIDAD: Maravatio  
MUNICIPIO: Maravatio  
ESTADO: Michoacán

**POBLACIÓN SEGÚN CENSOS DE POBLACIÓN (INEGI)**

AÑO	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD
-----	--------	-----------	-----------

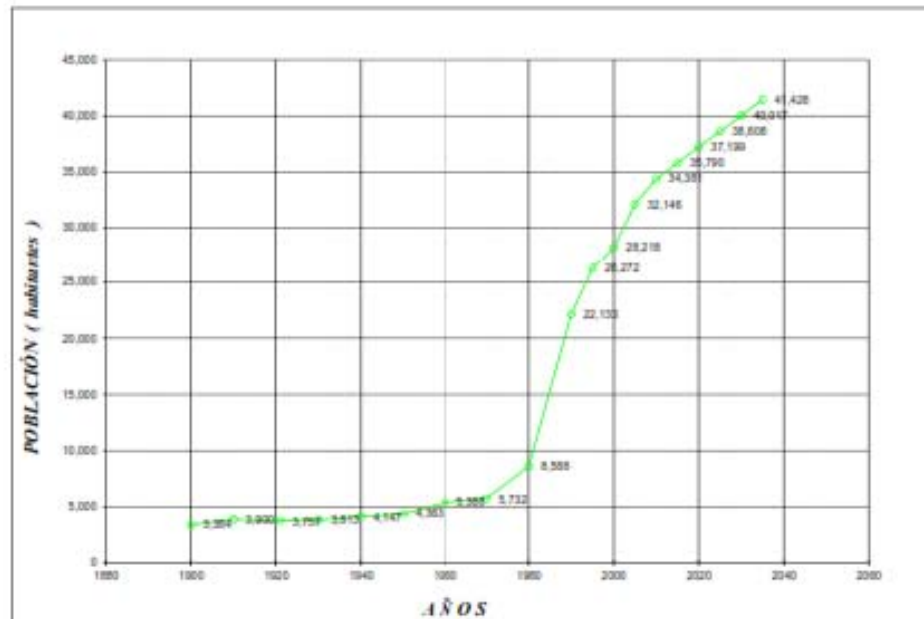
1900	0	0	3,384
1910	0	0	3,900
1921	0	0	3,757
1930	0	0	3,613
1940	0	0	4,147
1950	0	0	4,363
1960	0	0	5,366
1970	0	0	5,732
1980	0	0	6,586
1990	0	0	22,133
1995	0	0	26,272
2000	0	0	28,218
2005	0	0	32,146
2010	0	0	34,361

$$Pf = \frac{(Pa - Pj) * N + Pa}{n}$$

$$Pf = \frac{(Pa - Pi) \cdot N + Pa}{n}$$

donde: Pf=Población futura  
Pa=Población actual  
Pi=Población Inicial  
n=Números de Años  
N=Años de proyecto

AÑO	POBLACIÓN DE PROYECTO (localidad)
1900	3,304
1910	3,900
1921	3,757
1930	3,813
1940	4,147
1950	4,303
1960	5,300
1970	5,732
1980	6,500
1990	22,133
1995	26,272
2000	28,218
2005	32,146
2010	34,381
2015	35,790
2020	37,199
2025	38,608
2030	40,017
2035	41,426



**MÉTODO POR INCREMENTO MEDIO TOTAL ( GIMT )**

LOCALIDAD: Maravatio MUNICIPIO: Maravatio ESTADO: Michoacán		POBLACIÓN SEGÚN CENSOS DE POBLACIÓN (INEGI)									
		AÑO	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	n	Log. ( Pf. )	Log. ( Pa. )	log Pf - log Pa	$\frac{\log Pf - \log Pa}{n}$	
$Pf = Pa ( 1 + r ) ^ n$		1900	0	0	3,384	10	3.59	3.53	0.06	0.006	
		1910	0	0	3,900	11	3.57	3.59	-0.02	-0.001	
		1921	0	0	3,757	9	3.58	3.57	0.01	0.001	
		1930	0	0	3,813	10	3.62	3.58	0.04	0.004	
		1940	0	0	4,147	10	3.64	3.62	0.02	0.002	
		1950	0	0	4,303	10	3.73	3.64	0.09	0.009	
		1960	0	0	5,388	10	3.76	3.73	0.03	0.003	
		1970	0	0	5,732	10	3.93	3.76	0.18	0.018	
		1980	0	0	8,588	10	4.35	3.93	0.41	0.041	
		1990	0	0	22,133	5	4.42	4.35	0.07	0.015	
		1995	0	0	26,272	5	4.45	4.42	0.03	0.006	
		2000	0	0	28,218	5	4.51	4.45	0.06	0.011	
		2005	0	0	32,146	5	4.54	4.51	0.03	0.006	
		2010	0	0	34,381	5					
											0.120

$$Pf = Pa (1+r)^n$$

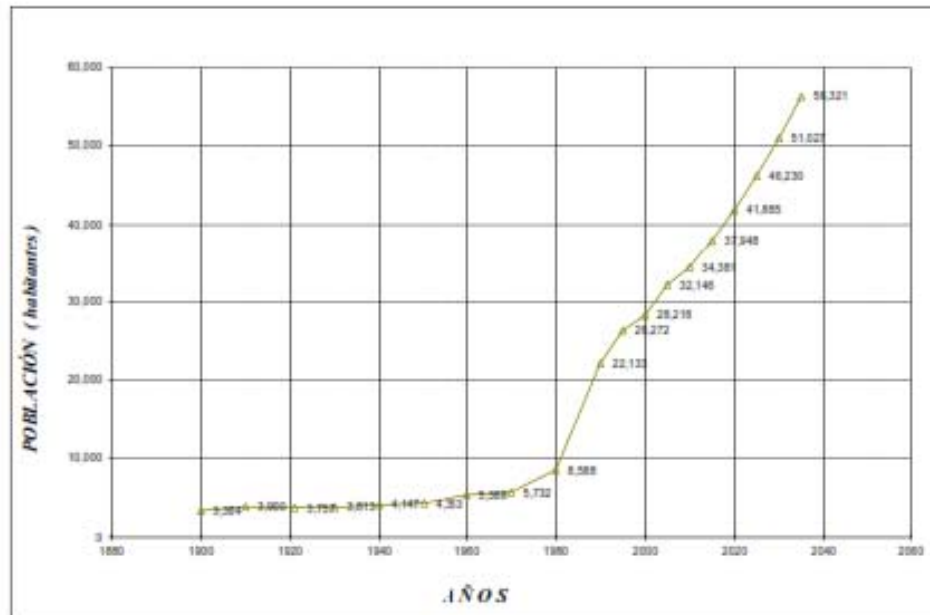
donde: Pf=Población futura  
Pa=Población actual  
n= Años de proyecto

$$\text{Promedio} = \frac{0.120}{14} = 0.00857397$$

$$\text{Promedio} = 0.009$$

$$\text{Antilog.} = 1.020$$

AÑO	POBLACIÓN DE PROYECTO (localidad)	=Log. (1+r)
1900	3,364	
1910	3,900	
1921	3,757	
1930	3,813	
1940	4,147	
1950	4,363	
1960	5,388	
1970	5,732	
1980	6,588	
1990	22,133	
1995	26,272	
2000	28,218	
2005	32,146	
2010	34,381	
2015	37,948	
2020	41,885	
2025	46,230	
2030	51,027	
2035	56,321	



### MÉTODO DE MALTHUS

LOCALIDAD: Maravatio  
MUNICIPIO: Maravatio  
ESTADO: Michoacán

$$Pf = Pa * (1 + \Delta)^x$$

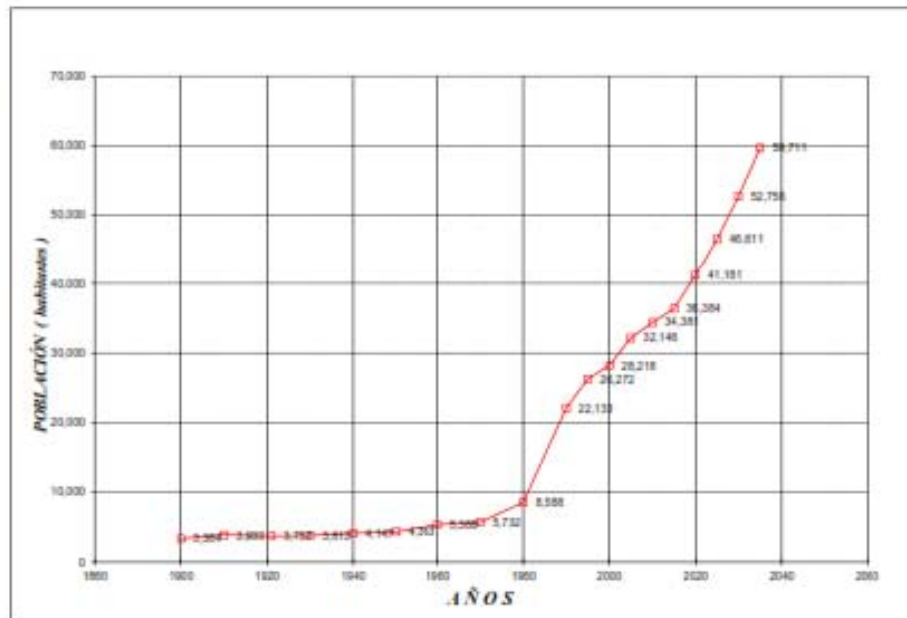
AÑO	POBLACIÓN SEGÚN CENSOS DE POBLACIÓN (INEGI)			TASA (%)
	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD	
1900	0	0	3,384	13.25%
1910	0	0	3,900	-3.34%
1921	0	0	3,757	1.66%
1930	0	0	3,813	0.76%
1940	0	0	4,147	5.21%
1950	0	0	4,363	22.49%
1960	0	0	5,388	6.38%
1970	0	0	5,732	49.83%
1980	0	0	6,588	157.72%
1990	0	0	22,133	40.90%
1995	0	0	26,272	13.36%
2000	0	0	28,218	29.76%
2005	0	0	32,146	14.39%
2010	0	0	34,381	28.11%

$$Pf = Pa * (1 + \Delta)^x$$

$$\Delta = 0.201$$

donde: Pf=Población futura  
Pa=Población actual  
 $\Delta$  =Incremento medio anual  
x=Es el período normal entre censos que se toma como la unidad  $x = 1$

AÑO	POBLACIÓN DE PROYECTO (localidad)
1900	3,304
1910	3,900
1921	3,757
1930	3,813
1940	4,147
1950	4,363
1960	5,308
1970	5,732
1980	5,588
1990	22,133
1995	26,272
2000	28,218
2,005	32,146
2,010	34,381
2015	36,384
2020	41,181
2025	46,811
2030	52,756
2035	59,711



**MÉTODO DE MINIMOS CUADRADOS**

LOCALIDAD: Maravatio  
MUNICIPIO: Maravatio  
ESTADO: Michoacán

$$(Pf = a + b * x)$$

POBLACIÓN SEGÚN CENSOS DE POBLACIÓN (INEGI)										
AÑO	ESTADO	MUNICIPIO	LOCALIDAD (Yo)	AÑOS (Xo)	Xo ^ 2	Yo * Xo	n	b	a	
1900	0	0	3,364	0	0	0	1			
1910	0	0	3,900	10	100	39,000	2			
1921	0	0	3,757	21	441	78,897	3			
1930	0	0	3,813	30	900	114,390	4			
1940	0	0	4,147	40	1600	165,880	5			
1950	0	0	4,363	50	2500	218,150	6			
1960	0	0	5,388	60	3600	323,280	7			
1970	0	0	5,732	70	4900	401,240	8			
1980	0	0	8,508	80	6400	680,640	9			
1990	0	0	22,133	90	8100	1,991,970	10			
1995	0	0	26,272	95	9025	2,495,640	11			
2000	0	0	26,218	100	10000	2,621,600	12			
2005	0	0	32,146	105	11025	3,375,330	13			
2010	0	0	34,381	110	12100	3,781,910	14			
					106,222	861	70,691	16,494,727	14	76.81 8577.63 26315.73

$$(Pf = a + b * x)$$

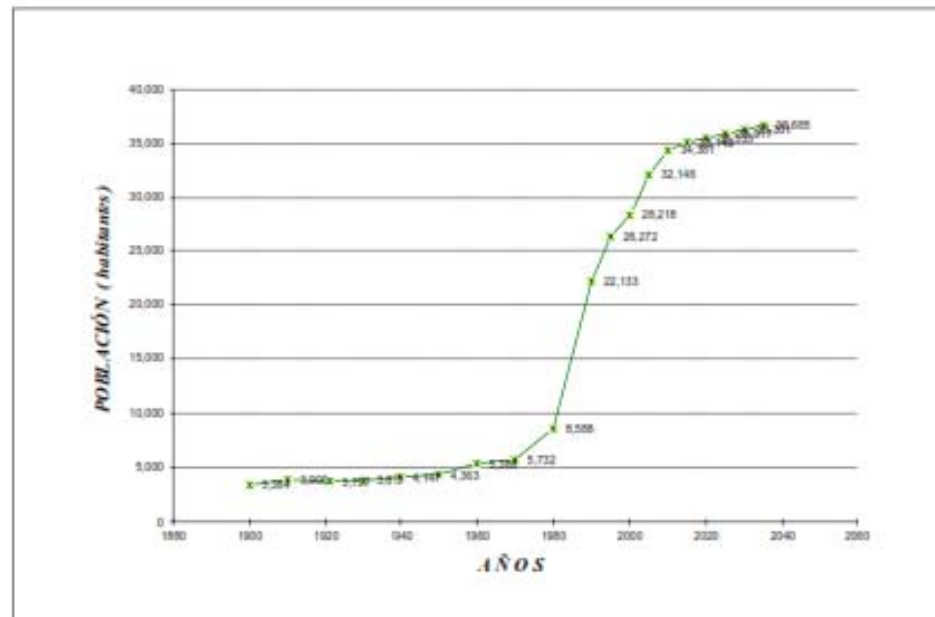
donde: Pf=Población futura

a=Término constante de regresión lineal

b=Coefficiente de regresión lineal

x=Años de proyecto apartir de 1960

AÑO	POBLACIÓN DE PROYECTO ( localidad )
1900	3,384
1910	3,900
1921	3,757
1930	3,813
1940	4,147
1950	4,363
1960	5,388
1970	5,732
1980	8,588
1990	22,133
1995	26,272
2000	28,218
2003	32,146
2010	34,301
2015	35,149
2020	35,533
2025	35,917
2030	36,301
2035	36,685

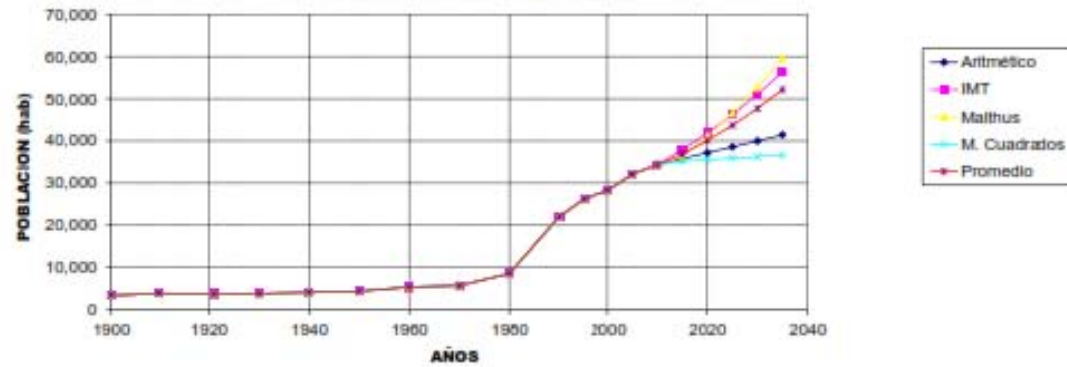




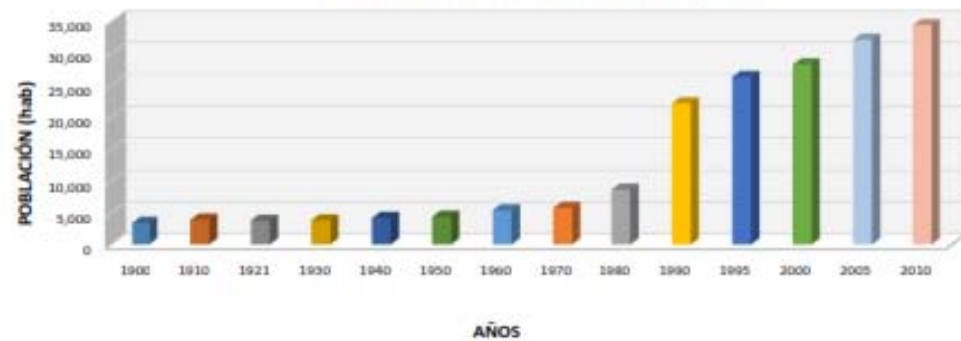
**RESUMEN DE PROYECCIÓN DE POBLACIÓN DE MARAVATÍO, MICH.**

<b>MÉTODOS DE PROYECCIÓN</b>						
<b>AÑO</b>	<b>Geométrico</b>	<b>Aritmético</b>	<b>IMT</b>	<b>Malthus</b>	<b>M. Cuadrados</b>	<b>Promedio</b>
<b>1900</b>	3,384	3,384	3,384	3,384	3,384	<b>3,384</b>
<b>1910</b>	3,900	3,900	3,900	3,900	3,900	<b>3,900</b>
<b>1921</b>	3,757	3,757	3,757	3,757	3,757	<b>3,757</b>
<b>1930</b>	3,813	3,813	3,813	3,813	3,813	<b>3,813</b>
<b>1940</b>	4,147	4,147	4,147	4,147	4,147	<b>4,147</b>
<b>1950</b>	4,363	4,363	4,363	4,363	4,363	<b>4,363</b>
<b>1960</b>	5,388	5,388	5,388	5,388	5,388	<b>5,388</b>
<b>1970</b>	5,732	5,732	5,732	5,732	5,732	<b>5,732</b>
<b>1980</b>	8,588	8,588	8,588	8,588	8,588	<b>8,588</b>
<b>1990</b>	22,133	22,133	22,133	22,133	22,133	<b>22,133</b>
<b>1995</b>	26,272	26,272	26,272	26,272	26,272	<b>26,272</b>
<b>2000</b>	28,218	28,218	28,218	28,218	28,218	<b>28,218</b>
<b>2005</b>	32,146	32,146	32,146	32,146	32,146	<b>32,146</b>
<b>2010</b>	34,381	34,381	34,381	34,381	34,381	<b>34,381</b>
<b>2015</b>	39,248	35,790	37,948	36,384	35,149	<b>36,904</b>
<b>2020</b>	44,804	37,199	41,885	41,181	35,533	<b>40,121</b>
<b>2025</b>	51,147	38,608	46,230	46,611	35,917	<b>43,703</b>
<b>2030</b>	58,388	40,017	51,027	52,756	36,301	<b>47,698</b>
<b>2035</b>	66,653	41,426	56,321	59,711	36,685	<b>52,159</b>

### PROYECCIÓN DE POBLACIÓN



### POBLACIÓN HISTÓRICA DE MARAVATÍ, MICH.





PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD MARAVATÍO DE OCAMPO, MICHOACÁN.

**UNIVERSIDAD  
DON VASCO**  
INVESTIGACIÓN Y SUPERACIÓN

CONSUMO PARA USO PÚBLICO DE "MARAVATÍO", MPIO. DE MARAVATÍO			
TIPO DE INSTALACIÓN		CONSUMO DE AGUA	TOTAL LTS.
<b>EDUCACIÓN</b>	<b>ALUMNOS</b>	<b>LTS / ALUMNO / TURNO</b>	
PREESCOLAR	90	20	1,800.00
PRIMARIA	900	20	18,000.00
SECUNDARIA	180	20	3,600.00
NIVEL TÉCNICO Y MEDIA SUPERIOR	240	20	4,800.00
<b>SALUD</b>	<b>CAMAS O HUESPED</b>	<b>LTS/CAMA/DIA O LTS/HUESPED</b>	
CLINICA	50	800	40,000.00
			-
MERCADO	40	100	4,000.00
			-
TEATRO	80	6	480.00
HOTELES	20	400	8,000.00
			-
<b>ESPACIOS ABIERTOS</b>	<b>M2.</b>	<b>LTS M2. DIA</b>	
*JARDINES Y CALLES	23,300	5	116,500.00
			<b>197,180.00</b>

PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA LA POBLACIÓN DE "MARAVATÍO", MPIO. MARAVATÍO, MICH.

CONCEPTO	2015	2020	2025	2030	2035
	Población Total	36,904	40121	43703	47,698
<b>Población Proyecto</b>	<b>5,928</b>	<b>6,444</b>	<b>7,020</b>	<b>7,661</b>	<b>8,378</b>
Pérdidas (%)	5	5	5	5	5
<b>Consumos de agua para la sistemas rurales (m<sup>3</sup>/día)</b>					
Consumo Doméstica total (170 lit/hab/día) m3/día	1007.70	1095.53	1193.35	1302.43	1424.26
Consumo de servicio público (m3/día)	197.18	197.18	197.18	197.18	197.18
Suma de los consumos (m3/día)	1204.88	1292.71	1390.53	1499.61	1621.44
<b>Demanda de agua y dotación para sistemas rurales (m<sup>3</sup>/día)</b>					
Demanda Doméstica total	1060.74	1153.19	1256.15	1370.98	1499.22
Demanda de servicio público	197.18	197.18	197.18	197.18	197.18
Suma Total de las demandas (m3/día)	1257.92	1350.37	1453.33	1568.16	1696.40
Suma de las demandas (m3/día)	1257.92	1350.37	1453.33	1568.16	1696.40
<b>Dotacion de agua (l/hab/día)</b>	<b>212.21</b>	<b>209.54</b>	<b>207.04</b>	<b>204.68</b>	<b>202.48</b>
<b>Datos de proyecto de agua potable</b>					
Gasto Medio Diario (l/s)	14.56	15.63	16.82	18.15	19.63
Gasto Máximo Diario (l/s), cvd=1.2	17.47	18.75	20.19	21.78	23.56
Gasto Máximo Horario (l/s), cvh=1.5	26.21	28.13	30.28	32.67	35.34
Aportación Agua Negras (%)	75	75	75	75	75
Aportación de alcantarillado Sanitario (m3/día)	943.44	1012.78	1090.00	1176.12	1272.30
Aportacion de alcantarillado Sanitario (l/hab/día)	159.16	157.16	155.28	153.51	151.86

*PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA EN MARAVATÍO MICH.*

AÑO	POBLACIÓN	DOTACIÓN	Q <sub>med</sub>	Q <sub>máx diario</sub>	Q <sub>máx horario</sub>	Coef. de variación diaria	Coef. de variación horaria
	( hab. )	( l/hab/d )	( l/s )	( l/s )	( l/s )		
2015	5,928	212	14.56	17.47	26.21	1.20	1.50
2020	6,444	210	15.63	18.75	28.13	1.20	1.50
2025	7,020	207	16.82	20.19	30.28	1.20	1.50
2030	7,661	205	18.15	21.78	32.67	1.20	1.50
2035	8,378	202	19.63	23.55	35.34	1.20	1.50





PROYECTO PARA LA REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO  
DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAÑO, MICHOACÁN.

TABLA DE CÁLCULO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING

TRAMO	LONGITUD	DIÁMETRO	DIÁMETRO	COEF.	GASTO	GASTO	VELOCIDAD	PERDIDA DE CARGA(m)	COTA DE T.R.(m)		COTA PEZOMÉTRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES	
									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
De	a	(m)	INTERIOR(mm)	EFFECTIVO(mm)	ROGOSIDAD	INICIAL(lps)	FINAL(lps)	l/s	TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
1	2	14.103	254.0	254.0	0.00900	35.340	35.340	0.897	0.022	8.000	2026.075	2025.368	2027.075	2027.053	1.000	1.655
2	3	183.933	254.0	254.0	0.00900	35.309	35.309	0.897	0.280	8.000	2025.368	2020.036	2027.053	2026.788	1.855	8.731
3	4	37.041	254.0	254.0	0.00900	34.899	34.899	0.890	0.056	8.000	2020.036	2019.807	2026.788	2026.712	6.731	6.605
4	5	129.431	254.0	254.0	0.00900	34.816	34.816	0.897	0.199	8.000	2019.807	2016.931	2026.712	2026.516	6.905	9.589
5	6	20.520	254.0	254.0	0.00900	19.081	20.225	0.330	0.010	8.000	2016.931	2016.522	2026.516	2026.506	9.589	9.603
5	143	36.294	254.0	254.0	0.00900	15.447	14.302	0.252	0.000	8.000	2016.522	2015.971	2026.516	2027.624	9.589	11.253
6	7	108.540	254.0	254.0	0.00900	19.035	20.180	0.360	0.056	8.000	2016.522	2010.960	2026.506	2026.450	9.603	15.464
7	8	84.008	254.0	254.0	0.00900	18.791	19.935	0.330	0.032	8.000	2010.960	2008.581	2026.450	2026.418	15.464	17.837
8	9	41.140	254.0	254.0	0.00900	18.649	18.793	0.301	0.020	8.000	2008.581	2007.428	2026.418	2026.396	17.837	18.970
9	18	113.281	203.2	203.2	0.00900	17.747	18.892	0.583	0.160	8.000	2007.428	2005.026	2026.396	2026.233	18.970	20.607
9	10	67.562	63.5	63.5	0.00900	0.810	0.250	0.000	0.000	8.000	2007.428	2006.320	2026.396	2026.308	18.970	16.989
10	12	16.849	63.5	63.5	0.00900	0.810	0.810	0.192	0.013	8.000	2006.320	2010.284	2026.308	2026.294	16.989	16.012
10	11	22.113	63.5	63.5	0.00900	0.048	0.048	0.010	0.000	8.000	2006.320	2010.035	2026.308	2026.308	16.989	16.274
12	13	28.260	63.5	63.5	0.00900	0.572	0.572	0.181	0.017	8.000	2010.284	2011.860	2026.294	2026.278	16.012	14.411
13	14	80.510	63.5	63.5	0.00900	0.514	0.514	0.162	0.043	8.000	2011.860	2016.112	2026.278	2026.236	14.411	10.124
14	15	53.532	63.5	63.5	0.00900	0.334	0.334	0.106	0.012	8.000	2016.112	2014.388	2026.236	2026.224	10.124	11.838
15	16	36.354	63.5	63.5	0.00900	0.081	0.081	0.026	0.000	8.000	2014.388	2015.971	2026.224	2026.223	11.838	10.252
15	17	80.051	63.5	63.5	0.00900	0.134	0.134	0.042	0.002	8.000	2014.388	2012.414	2026.224	2026.221	11.838	13.808
16	19	73.119	203.2	203.2	0.00900	17.495	18.836	0.375	0.104	8.000	2005.026	2004.203	2026.233	2026.126	20.607	21.829
19	27	16.417	203.2	203.2	0.00900	16.417	17.262	0.542	0.086	8.000	2004.203	2003.742	2026.126	2026.043	21.829	22.301
19	20	80.662	63.5	63.5	0.00900	0.915	0.915	0.289	0.137	8.000	2004.203	2007.040	2026.126	2025.962	21.829	16.952
20	21	23.685	63.5	63.5	0.00900	0.739	0.739	0.232	0.028	8.000	2007.040	2007.740	2025.962	2025.966	16.952	18.228
21	28	122.105	63.5	63.5	0.00900	0.272	0.272	0.086	0.018	8.000	2007.740	2012.147	2025.966	2025.946	18.228	13.801
21	22	86.075	63.5	63.5	0.00900	0.410	0.410	0.129	0.030	8.000	2007.740	2010.419	2025.966	2025.936	18.228	15.518
22	23	57.912	63.5	63.5	0.00900	0.211	0.211	0.067	0.005	8.000	2010.419	2012.278	2025.936	2025.931	15.518	13.653
23	24	20.856	63.5	63.5	0.00900	0.082	0.082	0.026	0.000	8.000	2012.278	2012.453	2025.931	2025.931	13.653	13.478
24	25	18.109	63.5	63.5	0.00900	0.036	0.036	0.011	0.000	8.000	2012.453	2012.790	2025.931	2025.931	13.478	13.141
27	28	27.825	203.2	203.2	0.00900	15.881	17.025	0.525	0.033	8.000	2003.742	2004.087	2026.043	2026.016	22.301	21.913
27	29	93.939	63.5	63.5	0.00900	0.384	0.384	0.121	0.029	8.000	2003.742	2003.169	2026.043	2026.015	22.301	22.648
28	29	61.788	203.2	203.2	0.00900	15.819	16.963	0.525	0.073	8.000	2004.087	2004.204	2026.016	2025.931	21.913	21.673
29	30	28.143	203.2	203.2	0.00900	15.682	16.826	0.510	0.033	8.000	2004.204	2004.122	2025.931	2025.904	21.673	21.793
30	183	71.327	63.5	63.5	0.00900	4.736	4.538	1.433	2.975	8.000	2004.122	2005.360	2025.904	2022.930	21.793	17.562
30	31	7.948	152.4	152.4	0.00900	10.853	12.224	0.870	0.023	8.000	2004.122	2004.063	2025.904	2025.890	21.793	21.835
31	34	29.679	152.4	152.4	0.00900	10.555	11.698	0.852	0.080	8.000	2004.063	2003.846	2025.890	2025.918	21.835	21.973
31	32	92.850	63.5	63.5	0.00900	0.310	0.310	0.096	0.018	8.000	2004.063	2002.963	2025.890	2025.886	21.835	23.317
32	33	46.643	63.5	63.5	0.00900	0.104	0.104	0.033	0.001	8.000	2002.963	2002.653	2025.886	2025.878	23.317	23.228
34	35	24.741	152.4	152.4	0.00900	10.489	11.830	0.640	0.066	8.000	2003.846	2003.414	2025.810	2025.753	21.973	22.330
35	36	20.852	152.4	152.4	0.00900	10.356	11.697	0.641	0.054	8.000	2003.414	2003.357	2025.753	2025.696	22.330	22.342
35	298	34.927	63.5	63.5	0.00900	0.078	0.078	0.025	0.000	8.000	2003.414	2003.610	2025.753	2025.753	22.330	22.137
36	37	27.550	152.4	152.4	0.00900	9.913	11.254	0.811	0.068	8.000	2003.357	2002.887	2025.696	2025.633	22.342	22.748
36	253	84.940	63.5	63.5	0.00900	0.398	0.398	0.125	0.021	8.000	2003.357	2005.631	2025.696	2025.678	22.342	20.047
37	41	89.216	152.4	152.4	0.00900	9.477	10.819	0.593	0.154	8.000	2002.887	2003.454	2025.633	2025.479	22.748	22.025
37	38	48.851	63.5	63.5	0.00900	0.374	0.374	0.116	0.014	8.000	2002.887	2002.722	2025.633	2025.616	22.748	22.897
38	39	88.240	63.5	63.5	0.00900	0.265	0.265	0.084	0.010	8.000	2002.722	2003.610	2025.616	2025.606	22.897	21.999
39	40	20.711	63.5	63.5	0.00900	0.113	0.113	0.036	0.001	8.000	2003.610	2003.960	2025.606	2025.606	21.999	21.628
41	47	48.965	152.4	152.4	0.00900	8.811	9.953	0.548	0.089	8.000	2003.454	2003.468	2025.479	2025.380	22.025	21.924
41	44	29.409	63.5	63.5	0.00900	0.508	0.508	0.150	0.041	8.000	2003.454	2003.434	2025.479	2025.436	22.025	22.082
41	42	85.386	63.5	63.5	0.00900	0.206	0.206	0.065	0.008	8.000	2003.454	2005.922	2025.479	2025.473	22.025	19.951
42	43	27.194	63.5	63.5	0.00900	0.081	0.081	0.026	0.000	8.000	2005.922	2006.673	2025.473	2025.473	19.951	18.803
44	46	74.965	63.5	63.5	0.00900	0.167	0.167	0.053	0.004	8.000	2003.434	2002.752	2025.436	2025.435	22.003	22.882
44	45	72.409	63.5	63.5	0.00900	0.161	0.161	0.051	0.004	8.000	2003.434	2003.927	2025.436	2025.434	22.003	21.937



PROYECTO PARA LA REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO  
DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAÑO, MICHOACÁN.

TABLA DE CÁLCULO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING

TRAMO		LONGITUD	DIÁMETRO	DIÁMETRO	COEF.	GASTO	GASTO	VELOCIDAD	PERDIDA DE CARGA	COTA DE T.R.(m)		COTA PEZOMÉTRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES	
De	a	(m)	INTERIOR(mm)	EFFECTIVO(mm)	ROGOSIDAD	INICIAL(PS)	FINAL(PS)	(m/s)	TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL		FINAL
No. de tramos: 258 No. de nodos: 259																	
47	58	55.031	152.4	152.4	0.00900	7.748	9.080	0.486	0.080	8.000	2003.468	2003.406	2025.380	2025.304	21.924	21.898	
47	48	101.702	83.5	83.5	0.00900	0.759	0.759	0.240	0.119	8.000	2003.468	2003.279	2025.380	2025.272	21.924	21.892	
48	57	54.012	83.5	83.5	0.00900	0.120	0.120	0.030	0.002	8.000	2003.279	2003.429	2025.272	2025.270	21.892	21.849	
48	48	30.190	83.5	83.5	0.00900	0.412	0.412	0.130	0.010	8.000	2003.279	2003.540	2025.272	2025.261	21.892	21.721	
48	50	25.890	83.5	83.5	0.00900	0.241	0.241	0.070	0.003	8.000	2003.540	2003.408	2025.261	2025.258	21.721	21.803	
48	58	48.524	83.5	83.5	0.00900	0.104	0.104	0.033	0.001	8.000	2003.540	2003.211	2025.261	2025.260	21.721	22.040	
50	51	14.162	83.5	83.5	0.00900	0.194	0.194	0.060	0.001	8.000	2003.458	2003.579	2025.259	2025.251	21.803	21.678	
51	52	15.237	83.5	83.5	0.00900	0.152	0.152	0.048	0.001	8.000	2003.579	2003.695	2025.257	2025.251	21.678	21.572	
52	53	17.325	83.5	83.5	0.00900	0.118	0.118	0.037	0.000	8.000	2003.695	2003.764	2025.257	2025.256	21.572	21.492	
53	54	24.411	83.5	83.5	0.00900	0.080	0.080	0.025	0.000	8.000	2003.764	2003.893	2025.256	2025.256	21.492	21.363	
54	55	11.315	83.5	83.5	0.00900	0.025	0.025	0.006	0.000	8.000	2003.893	2003.914	2025.256	2025.256	21.363	21.342	
58	60	40.917	152.4	152.4	0.00900	7.532	8.873	0.450	0.081	8.000	2003.468	2003.280	2025.304	2025.243	21.898	21.947	
58	58	41.656	83.5	83.5	0.00900	0.083	0.083	0.023	0.001	8.000	2003.468	2003.320	2025.304	2025.303	21.898	21.903	
60	71	48.434	152.4	152.4	0.00900	8.287	7.636	0.412	0.081	8.000	2003.280	2004.032	2025.243	2025.182	21.947	21.150	
60	81	58.163	83.5	83.5	0.00900	0.846	0.846	0.267	0.084	8.000	2003.280	2003.115	2025.243	2025.156	21.947	22.044	
60	250	16.453	83.5	83.5	0.00900	0.299	0.299	0.094	0.003	8.000	2003.280	2003.152	2025.243	2025.240	21.947	22.088	
61	62	42.188	83.5	83.5	0.00900	0.858	0.858	0.268	0.037	8.000	2003.115	2003.051	2025.156	2025.122	22.044	22.070	
61	70	26.168	83.5	83.5	0.00900	0.058	0.058	0.018	0.000	8.000	2003.115	2002.901	2025.156	2025.156	22.044	22.258	
62	63	56.797	83.5	83.5	0.00900	0.327	0.377	0.080	0.009	8.000	2003.051	2003.253	2025.122	2025.113	22.070	21.860	
62	68	52.278	83.5	83.5	0.00900	0.237	0.267	0.061	0.009	8.000	2003.051	2002.977	2025.122	2025.113	22.070	22.138	
63	64	56.518	83.5	83.5	0.00900	0.139	0.089	0.020	0.001	8.000	2003.253	2003.198	2025.113	2025.112	21.860	21.914	
63	66	27.587	83.5	83.5	0.00900	0.081	0.081	0.010	0.000	8.000	2003.253	2003.320	2025.113	2025.113	21.860	21.785	
64	64	19.730	83.5	83.5	0.00900	-0.248	0.241	0.013	0.000	8.000	2003.058	2003.180	2025.112	2025.112	22.614	21.914	
66	65	17.322	83.5	83.5	0.00900	0.035	0.085	0.027	0.000	8.000	2003.034	2003.080	2025.112	2025.112	22.078	22.054	
67	68	11.750	83.5	83.5	0.00900	0.074	0.124	0.039	0.000	8.000	2002.965	2003.034	2025.112	2025.112	22.121	22.078	
68	67	9.107	83.5	83.5	0.00900	0.100	0.150	0.047	0.000	8.000	2002.977	2002.962	2025.112	2025.112	22.136	22.121	
71	72	38.916	152.4	152.4	0.00900	5.882	7.203	0.384	0.038	8.000	2004.032	2005.146	2025.182	2025.155	21.159	20.008	
71	244	55.426	83.5	83.5	0.00900	0.531	0.531	0.168	0.032	8.000	2004.032	2003.158	2025.182	2025.180	21.159	22.002	
72	73	29.587	152.4	152.4	0.00900	5.329	6.670	0.360	0.029	8.000	2005.148	2006.973	2025.155	2025.130	20.009	18.158	
72	243	130.587	83.5	83.5	0.00900	0.246	0.246	0.079	0.014	8.000	2005.148	2005.917	2025.155	2025.142	20.009	19.224	
73	76	173.940	152.4	152.4	0.00900	4.821	6.262	0.343	0.129	8.000	2006.973	2007.611	2025.130	2025.061	18.158	17.460	
73	74	43.980	83.5	83.5	0.00900	0.343	0.343	0.108	0.010	8.000	2006.973	2006.917	2025.130	2025.120	18.158	18.203	
74	75	109.733	83.5	83.5	0.00900	0.245	0.245	0.077	0.013	8.000	2006.917	2006.371	2025.120	2025.101	18.203	18.735	
76	78	44.746	152.4	152.4	0.00900	4.332	5.673	0.311	0.027	8.000	2007.611	2005.878	2025.061	2024.874	17.480	19.098	
76	77	38.533	83.5	83.5	0.00900	0.086	0.086	0.027	0.001	8.000	2007.611	2005.773	2025.061	2025.000	17.480	18.227	
76	242	51.647	83.5	83.5	0.00900	0.115	0.115	0.036	0.001	8.000	2007.611	2003.612	2025.061	2024.966	17.480	21.388	
78	79	43.916	83.5	83.5	0.00900	3.677	5.018	1.585	2.239	8.000	2005.878	2004.820	2024.974	2022.735	19.098	17.915	
78	241	177.124	83.5	83.5	0.00900	0.395	0.395	0.125	0.098	8.000	2005.878	2006.984	2024.974	2024.918	19.098	18.924	
78	240	71.806	83.5	83.5	0.00900	0.180	0.180	0.051	0.004	8.000	2005.878	2003.518	2024.974	2024.870	19.098	21.452	
79	80	50.924	83.5	83.5	0.00900	3.580	4.921	1.554	2.486	8.000	2004.820	2003.025	2022.735	2020.238	17.915	17.214	
80	215	186.144	83.5	83.5	0.00900	5.371	6.494	0.158	0.082	8.000	2003.025	2007.244	2020.238	2020.147	17.214	12.903	
80	81	8.829	101.6	101.6	0.00900	-1.905	4.313	0.532	0.021	8.000	2003.025	2002.980	2020.238	2020.217	17.214	17.227	
81	82	51.851	101.6	101.6	0.00900	-3.146	3.073	0.379	0.081	8.000	2002.980	2002.834	2020.217	2020.131	17.227	17.203	
81	232	8.820	83.5	83.5	0.00900	1.229	1.229	0.387	0.027	8.000	2002.980	2003.023	2020.217	2020.191	17.227	17.167	
82	88	384.747	101.6	101.6	0.00900	-4.098	2.123	0.262	0.271	8.000	2002.834	2004.170	2020.131	2019.885	17.203	15.698	
82	83	36.132	83.5	83.5	0.00900	0.835	0.835	0.254	0.051	8.000	2002.834	2003.003	2020.131	2020.088	17.203	17.052	
83	94	21.610	83.5	83.5	0.00900	0.739	0.739	0.230	0.029	8.000	2002.834	2002.236	2020.088	2019.962	17.052	16.710	
84	85	29.050	83.5	83.5	0.00900	0.641	0.641	0.202	0.024	8.000	2003.232	2003.468	2020.027	2020.003	16.795	16.534	
85	86	18.258	83.5	83.5	0.00900	0.578	0.578	0.182	0.011	8.000	2003.468	2003.370	2020.003	2019.982	16.534	16.613	
86	87	172.268	83.5	83.5	0.00900	0.540	0.540	0.170	0.102	8.000	2003.370	2004.477	2019.982	2019.890	16.613	15.413	
87	88	89.890	83.5	83.5	0.00900	0.158	0.158	0.049	0.003	8.000	2004.477	2003.248	2019.890	2019.887	15.413	16.640	





PROYECTO PARA LA REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO  
DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAÑO, MICHOACÁN.

TABLA DE CÁLCULO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING

TRAMO	LONGITUD	DIÁMETRO	DIÁMETRO	COEF.	GASTO	GASTO	VELOCIDAD	PERDIDA DE CARGA	COTA DE T.R.(m)		COTA PEZOMÉTRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES	
									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
De	a	(m)	INTERIOR(mm)	EFFECTIVO(mm)	ROGOSIDAD	INICIAL(lps)	FINAL(lps)	(m/s)	TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
88	92	45.430	101.6	101.6	0.00900	-6.145	0.215	0.027	0.000	8.000	2004.170	2004.457	2019.885	2019.885	15.696	15.408
89	103	84.155	83.5	83.5	0.00900	0.689	0.345	0.172	0.039	8.000	2004.170	2004.068	2019.885	2019.825	15.696	15.737
90	90	56.801	83.5	83.5	0.00900	0.550	0.300	0.174	0.035	8.000	2004.170	2005.267	2019.885	2019.831	15.696	14.904
90	91	185.931	83.5	83.5	0.00900	0.423	0.423	0.134	0.069	8.000	2005.267	2006.661	2019.831	2019.762	14.584	13.101
92	96	78.225	83.5	83.5	0.00900	0.094	0.437	0.138	0.029	8.000	2004.457	2004.430	2019.885	2019.835	15.408	15.397
93	92	53.730	101.6	101.6	0.00900	8.330	0.323	0.240	0.001	8.000	2004.678	2004.457	2019.885	2019.885	15.188	15.403
93	94	78.028	83.5	83.5	0.00900	0.621	0.410	0.129	0.026	8.000	2004.678	2004.791	2019.885	2019.840	15.188	15.040
94	96	58.881	83.5	83.5	0.00900	0.402	0.191	0.160	0.004	8.000	2004.791	2004.438	2019.840	2019.835	15.049	15.397
94	98	20.263	83.5	83.5	0.00900	0.045	0.045	0.014	0.000	8.000	2004.791	2004.915	2019.840	2019.836	15.049	14.925
96	97	47.230	83.5	83.5	0.00900	0.185	0.326	0.103	0.010	8.000	2004.438	2004.105	2019.835	2019.825	15.397	15.720
97	98	32.284	83.5	83.5	0.00900	0.233	0.269	0.065	0.005	8.000	2004.105	2004.242	2019.825	2019.820	15.720	15.578
98	98	0.402	83.5	83.5	0.00900	0.181	0.187	0.062	0.000	8.000	2004.242	2004.242	2019.825	2019.820	15.579	15.577
99	101	62.413	83.5	83.5	0.00900	0.812	0.048	0.015	0.000	8.000	2004.242	2004.047	2019.825	2019.820	15.577	15.773
99	100	88.588	83.5	83.5	0.00900	0.148	0.148	0.047	0.003	8.000	2004.242	2004.529	2019.825	2019.817	15.577	15.288
102	101	42.387	83.5	83.5	0.00900	0.127	0.091	0.020	0.001	8.000	2004.138	2004.047	2019.821	2019.820	15.691	15.773
103	97	12.874	83.5	83.5	0.00900	0.153	0.048	0.015	0.000	8.000	2004.068	2004.105	2019.821	2019.825	15.757	15.720
103	102	62.514	83.5	83.5	0.00900	0.222	0.186	0.058	0.004	8.000	2004.068	2004.130	2019.825	2019.821	15.757	15.691
104	93	32.932	101.6	101.6	0.00900	7.071	0.852	0.105	0.004	8.000	2004.677	2004.678	2019.870	2019.868	15.193	15.188
104	105	27.758	83.5	83.5	0.00900	0.318	0.318	0.100	0.008	8.000	2004.677	2005.285	2019.870	2019.864	15.193	14.579
104	107	185.849	83.5	83.5	0.00900	0.389	0.389	0.117	0.048	8.000	2004.677	2005.468	2019.870	2019.824	15.193	14.368
105	108	114.824	83.5	83.5	0.00900	0.258	0.258	0.081	0.015	8.000	2005.285	2004.775	2019.864	2019.848	14.579	15.074
108	104	32.854	101.6	101.6	0.00900	7.831	1.813	0.190	0.014	8.000	2005.286	2004.677	2019.864	2019.870	14.588	15.193
108	110	119.300	83.5	83.5	0.00900	0.288	0.288	0.084	0.017	8.000	2005.286	2006.942	2019.864	2019.867	14.588	13.022
108	108	152.807	83.5	83.5	0.00900	0.340	0.340	0.107	0.038	8.000	2005.286	2005.663	2019.864	2019.848	14.588	14.165
111	108	28.029	83.5	83.5	0.00900	8.511	2.260	0.724	0.309	8.000	2005.765	2005.296	2020.183	2019.864	14.431	14.588
112	106	98.789	83.5	83.5	0.00900	-3.852	0.085	0.020	0.001	8.000	2006.885	2006.471	2020.380	2020.380	13.725	13.918
112	111	80.124	83.5	83.5	0.00900	8.579	2.357	0.744	0.678	8.000	2006.885	2005.762	2020.380	2020.193	13.725	14.431
112	113	102.788	83.5	83.5	0.00900	0.360	0.360	0.114	0.027	8.000	2006.885	2006.673	2020.380	2020.383	13.725	13.680
113	114	58.903	83.5	83.5	0.00900	0.131	0.131	0.041	0.002	8.000	2006.673	2006.680	2020.383	2020.381	13.680	13.681
115	112	85.143	83.5	83.5	0.00900	5.418	2.918	0.821	0.948	8.000	2006.768	2006.885	2021.330	2020.380	14.571	13.725
115	116	132.217	83.5	83.5	0.00900	0.295	0.295	0.083	0.023	8.000	2006.768	2005.980	2021.330	2021.318	14.571	15.330
117	118	34.509	83.5	83.5	0.00900	5.835	3.333	1.052	0.776	8.000	2006.284	2006.768	2022.115	2021.338	15.831	14.571
117	118	74.514	83.5	83.5	0.00900	0.374	0.374	0.118	0.021	8.000	2006.284	2006.739	2022.115	2022.094	15.831	15.395
118	120	48.982	83.5	83.5	0.00900	0.105	0.105	0.033	0.001	8.000	2006.739	2006.348	2022.094	2022.085	15.395	15.744
118	119	48.488	83.5	83.5	0.00900	0.104	0.104	0.033	0.001	8.000	2006.739	2006.709	2022.094	2022.083	15.395	15.384
121	117	32.480	83.5	83.5	0.00900	8.287	3.784	1.195	0.981	8.000	2006.129	2006.284	2023.058	2022.115	16.927	15.831
121	122	103.625	83.5	83.5	0.00900	0.231	0.231	0.073	0.011	8.000	2006.129	2005.818	2023.058	2023.045	16.927	17.227
123	121	31.393	83.5	83.5	0.00900	8.590	4.688	1.291	1.080	8.000	2005.888	2006.129	2024.118	2023.058	18.298	18.927
123	127	194.921	83.5	83.5	0.00900	0.434	0.434	0.137	0.074	8.000	2005.888	2007.094	2024.118	2024.042	18.298	18.948
123	124	40.387	83.5	83.5	0.00900	0.300	0.300	0.085	0.007	8.000	2005.888	2005.827	2024.118	2024.108	18.298	18.283
124	126	80.089	83.5	83.5	0.00900	0.134	0.134	0.042	0.003	8.000	2005.827	2005.915	2024.108	2024.107	18.283	18.192
124	125	33.977	83.5	83.5	0.00900	0.076	0.076	0.024	0.000	8.000	2005.827	2006.013	2024.108	2024.108	18.283	18.092
128	123	58.378	83.5	83.5	0.00900	7.384	4.892	1.545	2.827	8.000	2005.758	2005.880	2028.943	2024.118	21.187	18.298
128	129	80.080	83.5	83.5	0.00900	0.324	0.324	0.102	0.013	8.000	2005.758	2005.921	2028.943	2028.931	21.187	21.008
129	130	85.410	83.5	83.5	0.00900	0.190	0.190	0.060	0.008	8.000	2005.921	2005.833	2028.931	2028.924	21.009	21.091
131	128	23.205	101.6	101.6	0.00900	7.848	5.348	0.859	0.110	8.000	2005.758	2005.758	2027.053	2028.943	21.294	21.187
131	132	52.421	83.5	83.5	0.00900	0.119	0.119	0.037	0.002	8.000	2005.758	2005.171	2027.053	2027.052	21.294	20.885
133	131	50.819	101.6	101.6	0.00900	8.018	5.518	0.850	0.284	8.000	2006.751	2005.758	2027.307	2027.053	20.598	21.294
134	132	88.080	101.6	101.6	0.00900	8.131	5.628	0.859	0.348	8.000	2007.878	2006.751	2027.653	2027.307	18.774	20.598
134	128	58.318	83.5	83.5	0.00900	0.538	0.538	0.170	0.032	8.000	2007.878	2007.220	2027.653	2027.620	18.774	20.401
135	134	74.472	152.4	152.4	0.00900	8.817	8.315	0.348	0.058	8.000	2008.085	2007.878	2027.709	2027.683	19.645	18.774





PROYECTO PARA LA REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO  
DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAÑO, MICHOACÁN.

TABLA DE CÁLCULO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING

TRAMO	LONGITUD	DIÁMETRO	DIÁMETRO	COEF.	GASTO	GASTO	VELOCIDAD	PERDIDA DE CARGA	COTA DE T.R.(m)		COTA PEZOMÉTRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES		
									No. de tramos: 258	No. de nodos: 259	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		INICIAL	FINAL
136	135	58.154	152.4	152.4	0.00900	8.983	6.480	0.385	0.040	8.000	2008.824	2008.065	2027.750	2027.750	16.832	18.645	
137	136	108.425	152.4	152.4	0.00900	9.112	6.810	0.302	0.060	8.000	2008.350	2008.924	2027.840	2027.756	16.495	18.833	
137	224	78.929	83.5	83.5	0.00900	6.644	6.644	0.200	0.060	8.000	2008.350	2008.624	2027.840	2027.776	16.495	17.959	
137	222	43.897	83.5	83.5	0.00900	6.308	6.308	0.287	0.009	8.000	2008.350	2008.425	2027.840	2027.851	16.495	19.412	
138	137	34.822	203.2	203.2	0.00900	10.305	7.903	0.241	0.030	8.000	2008.226	2008.350	2027.854	2027.848	16.828	18.402	
138	220	78.814	83.5	83.5	0.00900	6.332	6.332	0.120	0.010	8.000	2008.226	2007.287	2027.854	2027.831	16.828	20.520	
139	138	18.475	203.2	203.2	0.00900	10.714	8.212	0.253	0.005	8.000	2008.646	2008.226	2027.854	2027.854	18.212	18.628	
139	217	144.063	83.5	83.5	0.00900	6.573	6.573	0.191	0.060	8.000	2008.646	2010.538	2027.859	2027.763	18.212	17.225	
140	154	27.917	83.5	83.5	0.00900	2.274	3.832	1.147	0.745	8.000	2011.069	2010.163	2027.896	2027.151	16.827	16.989	
140	139	118.953	203.2	203.2	0.00900	11.324	8.822	0.272	0.037	8.000	2011.069	2008.646	2027.896	2027.896	16.827	18.212	
140	152	34.669	83.5	83.5	0.00900	6.242	6.242	0.077	0.004	8.000	2011.069	2011.292	2027.896	2027.892	16.827	16.600	
141	140	15.981	254.0	254.0	0.00900	14.101	12.957	0.256	0.003	8.000	2011.763	2011.069	2027.896	2027.896	16.136	18.827	
142	141	85.975	254.0	254.0	0.00900	14.137	12.963	0.256	0.014	8.000	2014.460	2011.763	2027.912	2027.896	13.453	16.136	
142	151	82.181	83.5	83.5	0.00900	6.183	6.183	0.092	0.008	8.000	2014.460	2010.530	2027.912	2027.908	13.453	17.369	
143	142	48.060	254.0	254.0	0.00900	14.467	13.323	0.263	0.011	8.000	2015.971	2014.460	2027.924	2027.912	11.983	13.453	
143	144	70.705	83.5	83.5	0.00900	6.791	6.791	0.250	0.060	8.000	2015.971	2015.022	2027.924	2027.834	11.983	12.812	
144	145	78.441	83.5	83.5	0.00900	6.834	6.834	0.200	0.064	8.000	2015.022	2014.615	2027.934	2027.770	12.812	13.155	
145	146	42.463	83.5	83.5	0.00900	6.459	6.459	0.145	0.018	8.000	2014.615	2011.712	2027.776	2027.752	13.155	16.041	
146	146	38.353	83.5	83.5	0.00900	6.148	6.148	0.040	0.002	8.000	2011.712	2012.254	2027.752	2027.751	16.041	15.497	
146	147	21.369	83.5	83.5	0.00900	6.219	6.219	0.060	0.002	8.000	2011.712	2011.364	2027.752	2027.750	16.041	16.380	
147	148	78.903	83.5	83.5	0.00900	6.171	6.171	0.254	0.005	8.000	2011.364	2011.147	2027.750	2027.748	16.380	16.599	
148	150	26.864	83.5	83.5	0.00900	6.080	6.080	0.210	0.000	8.000	2012.254	2011.854	2027.751	2027.750	15.497	15.898	
152	153	74.090	83.5	83.5	0.00900	6.165	6.165	0.252	0.004	8.000	2011.292	2014.528	2027.892	2027.888	16.600	13.323	
154	156	141.504	83.5	83.5	0.00900	2.041	3.390	1.673	3.360	8.000	2010.163	2005.880	2027.151	2023.942	16.988	17.954	
154	155	78.680	83.5	83.5	0.00900	6.171	6.171	0.364	0.005	8.000	2010.163	2010.960	2027.151	2027.146	16.988	16.157	
156	159	21.195	83.5	83.5	0.00900	1.512	2.870	0.906	0.363	8.000	2005.888	2005.826	2023.842	2023.486	17.864	17.662	
156	157	43.780	83.5	83.5	0.00900	6.213	6.213	0.067	0.004	8.000	2005.888	2006.595	2023.842	2023.838	17.864	17.283	
157	158	52.039	83.5	83.5	0.00900	6.116	6.116	0.037	0.001	8.000	2006.595	2007.311	2023.838	2023.836	17.283	16.528	
159	161	125.819	83.5	83.5	0.00900	1.190	2.548	0.805	1.854	8.000	2005.826	2004.730	2023.488	2021.835	17.662	17.099	
159	160	123.288	83.5	83.5	0.00900	6.275	6.275	0.287	0.019	8.000	2005.826	2005.814	2023.488	2023.485	17.662	17.655	
161	163	77.342	83.5	83.5	0.00900	6.639	1.997	0.632	0.624	8.000	2004.730	2005.128	2021.832	2021.211	17.099	16.083	
161	162	121.863	83.5	83.5	0.00900	6.271	6.271	0.080	0.018	8.000	2004.730	2004.030	2021.832	2021.817	17.099	17.779	
163	168	30.428	83.5	83.5	0.00900	-0.236	1.122	0.354	0.078	8.000	2005.128	2005.185	2021.211	2021.133	16.083	15.948	
163	164	15.654	83.5	83.5	0.00900	6.702	6.702	0.222	0.016	8.000	2005.128	2005.194	2021.211	2021.195	16.083	16.001	
164	167	105.505	83.5	83.5	0.00900	6.239	6.239	0.074	0.012	8.000	2005.194	2005.855	2021.195	2021.183	16.001	15.528	
164	165	90.881	83.5	83.5	0.00900	6.432	6.432	0.136	0.034	8.000	2005.194	2005.758	2021.195	2021.161	16.001	15.403	
165	166	102.025	83.5	83.5	0.00900	6.230	6.230	0.072	0.011	8.000	2005.758	2006.034	2021.161	2021.150	15.403	15.115	
168	173	22.888	83.5	83.5	0.00900	-0.682	0.665	0.210	0.021	8.000	2005.185	2005.378	2021.133	2021.112	15.948	15.735	
168	169	48.748	83.5	83.5	0.00900	6.389	6.389	0.123	0.015	8.000	2005.185	2005.537	2021.133	2021.118	15.948	15.581	
169	170	8.030	83.5	83.5	0.00900	6.278	6.278	0.068	0.001	8.000	2005.537	2005.912	2021.118	2021.111	15.581	15.805	
170	171	48.123	83.5	83.5	0.00900	6.280	6.280	0.062	0.007	8.000	2005.513	2005.894	2021.117	2021.110	15.805	15.308	
171	172	67.596	83.5	83.5	0.00900	6.151	6.151	0.046	0.003	8.000	2005.894	2005.963	2021.110	2021.107	15.308	15.144	
173	178	40.964	83.5	83.5	0.00900	-1.147	0.210	0.068	0.004	8.000	2005.378	2006.151	2021.112	2021.106	15.735	14.958	
173	174	57.755	83.5	83.5	0.00900	6.247	6.247	0.078	0.007	8.000	2005.378	2005.629	2021.112	2021.105	15.735	15.478	
173	177	70.358	83.5	83.5	0.00900	6.197	6.197	0.050	0.004	8.000	2005.378	2005.240	2021.112	2021.106	15.735	15.689	
174	175	18.111	83.5	83.5	0.00900	6.040	6.040	0.213	0.000	8.000	2005.629	2005.547	2021.105	2021.105	15.478	15.558	
174	176	25.619	83.5	83.5	0.00900	6.078	6.078	0.040	0.000	8.000	2005.547	2005.930	2021.105	2021.105	15.478	15.172	
178	179	86.232	83.5	83.5	0.00900	6.148	6.148	0.047	0.003	8.000	2006.151	2005.577	2021.106	2021.106	14.958	15.520	
180	178	32.960	83.5	83.5	0.00900	1.388	6.028	0.620	0.000	8.000	2006.578	2006.151	2021.105	2021.105	14.958	14.958	
180	181	95.413	83.5	83.5	0.00900	6.213	6.213	0.067	0.000	8.000	2006.578	2006.616	2021.105	2021.100	14.958	14.464	
182	180	46.002	83.5	83.5	0.00900	1.872	6.315	0.068	0.000	8.000	2007.188	2006.578	2021.110	2021.105	13.951	14.931	



PROYECTO PARA LA REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO  
DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAÑO, MICHOACÁN.

TABLA DE CÁLCULO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING

TRAMO	LONGITUD	DIÁMETRO	DIÁMETRO	COEF.	GASTO	GASTO	VELOCIDAD	PERDIDA DE CARGA	COTA DE T.R.(m)		COTA PIEZOMÉTRICA(m)		CARGA DISPONIBLE(m)		OBSERVACIONES	
									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
De	a	(m)	INTERIOR(mm)	EFFECTIVO(mm)	ROGOSIDAD	INICIAL(gps)	FINAL(gps)	(m/s)	TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
182	185	8.858	83.5	83.5	0.00900	2.330	3.491	1.922	0.180	8.000	2007.169	2007.309	2021.117	2020.978	13.951	13.667
183	182	20.040	83.5	83.5	0.00900	4.062	3.595	1.230	1.813	8.000	2005.368	2007.169	2022.933	2021.117	17.562	13.951
183	184	156.641	83.5	83.5	0.00900	0.354	0.354	0.112	0.040	8.000	2005.368	2004.751	2022.933	2022.890	17.562	18.139
185	186	56.228	83.5	83.5	0.00900	5.325	1.608	0.309	0.294	8.000	2007.309	2007.447	2020.978	2020.862	13.887	13.234
185	202	62.890	83.5	83.5	0.00900	-3.010	1.967	0.300	0.444	8.000	2007.309	2008.602	2020.978	2020.532	13.887	11.831
186	187	13.600	83.5	83.5	0.00900	5.200	1.483	0.480	0.081	8.000	2007.447	2007.202	2020.682	2020.621	13.234	13.410
187	188	46.358	83.5	83.5	0.00900	5.169	1.453	0.459	0.198	8.000	2007.202	2006.963	2020.621	2020.423	13.410	13.439
188	185	14.432	83.5	83.5	0.00900	4.337	0.621	0.196	0.011	8.000	2006.963	2006.760	2020.423	2020.412	13.439	13.852
188	189	98.062	83.5	83.5	0.00900	0.729	0.729	0.230	0.105	8.000	2006.963	2006.518	2020.423	2020.317	13.439	13.799
189	193	77.517	83.5	83.5	0.00900	0.271	0.271	0.086	0.012	8.000	2006.518	2006.418	2020.317	2020.306	13.799	13.888
189	190	42.980	83.5	83.5	0.00900	0.239	0.239	0.075	0.005	8.000	2006.518	2005.695	2020.317	2020.312	13.799	14.707
190	191	45.824	83.5	83.5	0.00900	0.143	0.143	0.045	0.002	8.000	2005.695	2005.622	2020.312	2020.311	14.707	14.688
191	192	18.458	83.5	83.5	0.00900	0.041	0.041	0.013	0.000	8.000	2005.622	2005.018	2020.311	2020.310	14.688	14.292
193	194	44.189	83.5	83.5	0.00900	0.098	0.098	0.031	0.001	8.000	2005.018	2006.710	2020.308	2020.305	13.888	13.595
195	196	54.456	83.5	83.5	0.00900	4.167	0.451	0.142	0.022	8.000	2006.760	2006.471	2020.412	2020.386	13.852	13.918
195	200	48.759	83.5	83.5	0.00900	0.138	0.138	0.044	0.002	8.000	2006.760	2005.913	2020.412	2020.410	13.852	14.497
196	197	21.385	83.5	83.5	0.00900	0.174	0.174	0.055	0.001	8.000	2006.471	2006.625	2020.389	2020.388	13.918	13.563
197	198	19.390	83.5	83.5	0.00900	0.126	0.126	0.040	0.001	8.000	2006.625	2006.626	2020.389	2020.387	13.563	13.561
198	199	37.151	83.5	83.5	0.00900	0.263	0.263	0.026	0.001	8.000	2006.626	2006.968	2020.387	2020.387	13.561	13.421
200	201	13.217	83.5	83.5	0.00900	0.029	0.029	0.009	0.000	8.000	2005.913	2005.904	2020.410	2020.410	14.497	14.498
202	208	75.419	83.5	83.5	0.00900	-3.488	1.370	0.438	0.309	8.000	2005.602	2005.580	2020.532	2020.228	11.931	10.695
202	203	80.651	83.5	83.5	0.00900	0.135	0.135	0.043	0.002	8.000	2005.602	2007.652	2020.532	2020.530	11.931	12.978
202	204	28.773	83.5	83.5	0.00900	0.213	0.213	0.067	0.002	8.000	2005.602	2007.774	2020.532	2020.528	11.931	12.750
204	205	86.700	83.5	83.5	0.00900	0.140	0.140	0.047	0.002	8.000	2007.774	2005.818	2020.529	2020.526	12.750	14.700
206	210	58.125	83.5	83.5	0.00900	-4.077	0.800	0.253	0.075	8.000	2009.585	2008.779	2020.229	2020.151	10.686	11.372
206	207	63.591	83.5	83.5	0.00900	0.402	0.402	0.127	0.021	8.000	2009.585	2008.362	2020.229	2020.205	10.686	11.842
207	209	74.603	83.5	83.5	0.00900	0.166	0.166	0.052	0.004	8.000	2008.362	2007.799	2020.205	2020.201	11.842	12.403
207	208	42.302	83.5	83.5	0.00900	0.094	0.094	0.030	0.001	8.000	2008.362	2006.908	2020.205	2020.205	11.842	13.277
210	215	54.111	83.5	83.5	0.00900	-4.879	0.302	0.064	0.004	8.000	2006.779	2007.244	2020.151	2020.147	11.372	12.903
210	211	23.320	83.5	83.5	0.00900	0.488	0.488	0.148	0.010	8.000	2006.779	2007.857	2020.151	2020.141	11.372	12.184
211	212	143.328	83.5	83.5	0.00900	0.416	0.416	0.131	0.050	8.000	2007.857	2006.464	2020.141	2020.096	12.184	13.597
212	214	12.098	83.5	83.5	0.00900	0.027	0.027	0.008	0.000	8.000	2006.464	2006.528	2020.096	2020.096	13.597	13.560
212	213	31.439	83.5	83.5	0.00900	0.070	0.070	0.022	0.000	8.000	2006.464	2007.063	2020.096	2020.096	13.597	13.007
215	216	72.067	83.5	83.5	0.00900	0.161	0.161	0.051	0.004	8.000	2007.244	2009.069	2020.147	2020.142	12.903	11.054
217	218	88.384	83.5	83.5	0.00900	0.252	0.252	0.080	0.009	8.000	2019.538	2011.039	2027.763	2027.754	17.225	16.715
218	219	44.872	83.5	83.5	0.00900	0.100	0.100	0.032	0.001	8.000	2011.039	2011.179	2027.754	2027.753	16.715	16.574
220	221	70.047	83.5	83.5	0.00900	0.196	0.196	0.049	0.003	8.000	2007.287	2005.662	2027.837	2027.833	20.550	22.151
222	223	94.110	83.5	83.5	0.00900	0.210	0.210	0.066	0.008	8.000	2008.428	2006.055	2027.837	2027.828	19.412	21.774
224	227	42.385	83.5	83.5	0.00900	0.235	0.235	0.074	0.005	8.000	2009.824	2010.085	2027.775	2027.775	17.865	17.875
224	225	42.502	83.5	83.5	0.00900	0.233	0.233	0.073	0.005	8.000	2009.824	2008.522	2027.775	2027.775	17.865	18.253
225	226	81.850	83.5	83.5	0.00900	0.138	0.138	0.044	0.002	8.000	2009.525	2009.086	2027.775	2027.772	18.253	18.678
227	228	83.194	83.5	83.5	0.00900	0.141	0.141	0.044	0.002	8.000	2019.085	2010.462	2027.775	2027.772	17.879	17.291
229	230	88.942	83.5	83.5	0.00900	0.415	0.415	0.131	0.024	8.000	2007.220	2008.179	2027.620	2027.596	20.401	19.417
230	231	117.222	83.5	83.5	0.00900	0.261	0.261	0.080	0.016	8.000	2006.179	2009.054	2027.596	2027.580	19.417	18.527
232	234	39.519	83.5	83.5	0.00900	0.953	0.953	0.301	0.073	8.000	2003.022	2003.068	2020.191	2020.118	17.167	17.052
232	233	113.497	83.5	83.5	0.00900	0.253	0.253	0.080	0.015	8.000	2003.022	2003.522	2020.191	2020.178	17.167	16.854
234	232	26.810	83.5	83.5	0.00900	0.250	0.250	0.079	0.024	8.000	2003.522	2003.200	2020.118	2020.094	17.052	16.740
234	235	56.798	83.5	83.5	0.00900	0.313	0.313	0.098	0.012	8.000	2003.068	2003.671	2020.118	2020.106	17.052	16.435
235	236	42.060	83.5	83.5	0.00900	0.460	0.460	0.147	0.018	8.000	2003.362	2003.641	2020.094	2020.078	16.742	16.435
236	237	186.807	83.5	83.5	0.00900	0.372	0.372	0.117	0.047	8.000	2003.641	2004.358	2020.078	2020.020	16.435	15.672
238	239	80.617	83.5	83.5	0.00900	0.180	0.180	0.057	0.005	8.000	2003.671	2004.485	2020.106	2020.101	16.435	15.618





PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAÑO, MICHOACÁN.

TABLA DE CÁLCULO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE METODO HARDY-CROSS/MANNING

TRAMO		LARGITUD	DIÁMETRO	DIÁMETRO	VELOC.	CAUDAL	CAUDAL	VELOCIDAD	PERDIDA DE CARGA(S)	PERDIDA DE CARGA(S)	COTA DE C.A.(M)		COTA PIZCONEO(S)(M)		CARGA DISPONIBLE(M)		USOS Y PLAZAS
De	a	(m)	INTERIOR(mm)	EFFECTIVO(mm)	REGOSIDAD	INICIAL(psi)	FINAL(psi)	(m/s)	TUBERIA	ADICIONAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
244	245	43.001	63.5	63.5	0.00900	0.407	0.407	0.129	0.014	0.000	2003.158	2002.753	2025.140	2025.140	22.502	22.392	
245	246	42.459	63.5	63.5	0.00900	0.209	0.209	0.065	0.004	0.000	2002.753	2004.579	2025.140	2025.142	22.392	20.563	
245	249	47.913	63.5	63.5	0.00900	0.107	0.107	0.034	0.001	0.000	2002.753	2003.250	2025.140	2025.144	22.392	21.890	
246	248	35.720	63.5	63.5	0.00900	0.080	0.080	0.025	0.000	0.000	2004.579	2004.792	2025.140	2025.141	20.563	20.360	
246	247	13.736	63.5	63.5	0.00900	0.031	0.031	0.010	0.000	0.000	2004.579	2005.225	2025.140	2025.142	20.563	19.917	
250	251	50.930	63.5	63.5	0.00900	0.262	0.262	0.083	0.007	0.000	2003.152	2002.798	2025.240	2025.233	22.088	22.475	
251	252	96.440	63.5	63.5	0.00900	0.148	0.148	0.047	0.003	0.000	2002.798	2002.807	2025.233	2025.236	22.475	22.331	
253	254	64.783	63.5	63.5	0.00900	0.252	0.252	0.079	0.008	0.000	2005.631	2006.741	2025.670	2025.670	20.047	18.920	
254	255	48.109	63.5	63.5	0.00900	0.107	0.107	0.034	0.001	0.000	2006.741	2006.580	2025.670	2025.665	18.920	19.078	
257	258	34.431	63.5	63.5	0.00900	0.175	0.175	0.055	0.002	0.000	2003.158	2003.090	2026.015	2026.013	22.846	22.917	
258	259	44.012	63.5	63.5	0.00900	0.090	0.090	0.031	0.001	0.000	2003.090	2002.720	2026.015	2026.012	22.917	23.261	



PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAMPO, MICHOACÁN.

Nombre de la Obra : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
 Localidad : MARAVATIO  
 Municipio : MARAVATIO, MICH.

NÚMEROS GENERADORES DE LÍNEAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA CENTRO (ALIMENTACIÓN T. LEONA VICARIO)

TRAMO DE	A	DIÁMETRO EFECTIVO (MM)	LONGITUD (M)	NÚMERO DE CONJUNTO BARRILES	CEPA			CLASIFICACIÓN			EXCAVACION			PLANTILLA		TUBO				RELLENOS				MAT. SOBREVITE PROG. ENC.
					ANCHO	PROF.	PROM.	B	C	TOTAL	B	C	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )	DIAM	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT. (CM)	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )	COMPACTADO		A VOLTEO			
LÍNEAS																								
1	2	254.0	34.103	34.1	1.5	1.25	1.250	70%	30%	28.44	18.51	7.81	0.10	2.12	254.00	PVC	24	0.04	0.54	0.70	0.81	12.80	0.83	
2	3	254.0	183.933	183.9	1.5	1.25	1.250	70%	30%	344.87	241.41	103.46	0.10	27.30	254.00	PVC	24	8.33	0.54	140.00	0.81	188.30	10.43	
3	4	254.0	37.041	37.0	1.5	1.25	1.250	70%	30%	99.45	48.62	20.84	0.10	5.56	254.00	PVC	24	1.68	0.54	38.55	0.81	53.89	2.38	
4	5	254.0	128.431	128.4	1.5	1.25	1.250	70%	30%	242.68	169.88	72.80	0.10	30.41	254.00	PVC	24	3.86	0.54	86.00	0.81	118.43	7.81	
5	6	254.0	20.520	20.5	1.5	1.25	1.250	70%	30%	38.47	26.93	11.54	0.10	1.08	254.00	PVC	24	0.91	0.54	3.69	0.81	38.78	1.31	
5	143	254.0	36.294	36.3	1.5	1.25	1.250	70%	30%	88.09	47.94	20.42	0.10	3.44	254.00	PVC	24	1.64	0.54	37.78	0.81	58.21	2.31	
6	7	254.0	109.546	109.5	1.5	1.25	1.250	70%	30%	203.40	143.76	62.63	0.10	8.43	254.00	PVC	24	4.06	0.54	93.78	0.81	100.23	8.44	
7	8	254.0	64.009	64.0	1.5	1.25	1.250	70%	30%	120.01	84.01	36.00	0.10	8.60	254.00	PVC	24	2.90	0.54	46.95	0.81	58.57	5.76	
8	9	254.0	41.140	41.1	1.5	1.25	1.250	70%	30%	73.39	52.82	22.68	0.10	6.17	254.00	PVC	24	1.88	0.54	31.46	0.81	38.10	2.41	
9	18	203.2	113.282	113.3	0.9	1.2	1.125	70%	30%	124.79	80.29	34.42	0.10	10.30	203.20	PVC	21.90	4.23	0.5180	46.05	0.51	51.58	5.38	
9	20	83.5	87.562	87.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	48.11	32.28	13.83	0.10	4.38	83.50	PVC	7.5	0.28	0.373	8.10	0.58	25.34	0.33	
10	12	83.5	28.843	28.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	11.36	8.05	3.45	0.10	1.09	83.50	PVC	7.5	0.07	0.373	4.01	0.58	8.33	0.08	
10	11	83.5	22.111	22.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	13.08	10.56	4.51	0.10	1.44	83.50	PVC	7.5	0.08	0.373	3.27	0.58	8.29	0.11	
12	13	83.5	26.289	26.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	17.83	12.95	5.38	0.10	1.71	83.50	PVC	7.5	0.11	0.373	6.26	0.58	8.85	0.14	
13	14	83.5	80.519	80.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	54.85	38.47	18.49	0.10	5.23	83.50	PVC	7.5	0.54	0.373	31.18	0.58	30.20	0.44	
14	15	83.5	53.532	53.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	36.34	25.37	10.98	0.10	3.48	83.50	PVC	7.5	0.22	0.373	12.75	0.58	20.08	0.28	
15	16	83.5	38.254	38.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	24.83	17.37	7.44	0.10	2.36	83.50	PVC	7.5	0.13	0.373	8.80	0.58	13.63	0.20	
15	17	83.5	80.051	80.1	0.85	1.05	1.125	70%	30%	43.91	30.74	13.17	0.10	3.90	83.50	PVC	7.5	0.25	0.373	4.31	0.85	23.45	0.33	
18	19	203.2	73.119	73.1	0.9	1.2	1.200	70%	30%	78.97	55.28	23.69	0.10	6.38	203.20	PVC	21.90	2.78	0.5180	11.40	0.58	38.23	5.38	
19	27	203.2	88.187	88.2	0.9	1.2	1.125	70%	30%	89.05	48.33	20.72	0.10	8.14	203.20	PVC	21.90	2.53	0.5180	39.20	0.51	33.05	5.34	
19	20	83.5	80.882	80.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	53.05	38.54	18.52	0.10	5.34	83.50	PVC	7.5	0.34	0.373	11.22	0.58	30.25	0.44	
20	21	83.5	21.680	21.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	18.17	11.52	4.85	0.10	1.34	83.50	PVC	7.5	0.10	0.373	3.84	0.58	8.89	0.10	
21	26	83.5	122.105	122.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	83.34	56.34	27.00	0.10	7.94	83.50	PVC	7.5	0.51	0.373	31.00	0.58	43.80	0.68	
21	22	83.5	88.070	88.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	90.79	42.56	38.24	0.10	5.79	83.50	PVC	7.5	0.37	0.373	11.22	0.58	33.41	0.48	
22	23	83.5	57.812	57.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	38.33	27.67	11.88	0.10	3.76	83.50	PVC	7.5	0.24	0.373	3.80	0.58	21.72	0.31	
23	24	83.5	20.850	20.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	14.23	9.88	4.21	0.10	1.36	83.50	PVC	7.5	0.08	0.373	4.97	0.58	7.82	0.11	
24	25	83.5	38.306	38.1	0.85	1.05	1.125	70%	30%	11.78	8.25	3.53	0.10	1.03	83.50	PVC	7.5	0.07	0.373	3.84	0.85	8.85	0.08	
27	28	203.2	77.825	77.8	0.9	1.2	1.125	70%	30%	28.17	18.72	8.45	0.10	2.50	203.20	PVC	21.90	1.09	0.5180	3.95	0.51	12.87	1.38	
27	29	83.5	93.939	93.9	0.85	1.05	1.125	70%	30%	88.89	48.06	20.61	0.10	8.11	83.50	PVC	7.5	0.38	0.373	12.36	0.85	39.83	0.51	
28	29	203.2	61.788	61.8	0.9	1.2	1.200	70%	30%	68.73	46.71	20.02	0.10	5.56	203.20	PVC	21.90	2.33	0.5180	35.34	0.58	32.30	3.08	
29	30	203.2	28.343	28.3	0.9	1.2	1.125	70%	30%	28.48	18.95	8.53	0.10	2.53	203.20	PVC	21.90	1.06	0.5180	2.00	0.51	12.81	1.38	
30	183	83.5	71.327	71.3	0.85	1.05	1.100	70%	30%	51.08	35.70	15.30	0.10	4.64	83.50	PVC	7.5	0.36	0.373	8.90	0.85	29.07	0.38	
30	31	132.4	7.948	7.9	0.75	1.15	1.150	70%	30%	8.88	4.80	2.08	0.10	0.60	132.40	PVC	18.83	0.18	0.4680	2.81	0.58	3.47	0.21	
31	34	132.4	28.879	28.7	0.75	1.15	1.100	70%	30%	24.48	14.24	7.35	0.10	2.23	132.40	PVC	18.83	0.68	0.4680	0.76	0.53	11.84	0.88	
31	32	83.5	62.650	62.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	63.23	47.26	18.97	0.10	6.02	83.50	PVC	7.5	0.38	0.373	12.08	0.58	34.75	0.50	
32	33	83.5	48.841	48.8	0.85	1.05	1.100	70%	30%	43.39	23.34	10.05	0.10	3.03	83.50	PVC	7.5	0.20	0.373	3.11	0.85	39.01	0.31	
34	35	132.4	34.331	34.3	0.75	1.15	1.150	70%	30%	21.34	14.94	8.40	0.10	1.80	132.40	PVC	18.83	0.33	0.4680	8.10	0.58	30.70	0.21	
35	36	132.4	20.853	20.9	0.75	1.15	1.100	70%	30%	17.30	12.04	5.28	0.10	1.56	132.40	PVC	18.83	0.48	0.4680	0.88	0.53	8.33	0.88	
35	256	83.5	34.627	34.6	0.85	1.05	1.100	70%	30%	24.87	17.46	7.40	0.10	2.27	83.50	PVC	7.5	0.13	0.373	8.32	0.85	14.23	0.10	
36	37	132.4	27.350	27.8	0.75	1.15	1.100	70%	30%	22.34	15.82	8.82	0.10	2.07	132.40	PVC	18.83	0.61	0.4680	8.07	0.53	30.99	0.88	
36	215	83.5	84.949	84.8	0.85	1.05	1.100	70%	30%	48.44	32.51	13.93	0.10	4.22	83.50	PVC	7.5	0.23	0.373	3.48	0.85	28.47	0.31	
37	41	132.4	89.238	89.3	0.75	1.15	1.100	70%	30%	37.30	28.97	17.13	0.10	3.19	132.40	PVC	18.83	1.34	0.4680	12.77	0.53	27.66	2.00	
37	38	83.5	48.851	48.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	33.34	23.34	10.00	0.10	3.18	83.50	PVC	7.5	0.20	0.373	1.84	0.58	18.33	0.21	





PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAMPO, MICHOACÁN.

Nombre de la Obra : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
 Localidad : MARAVATIO  
 Municipio : MARAVATIO, MICH.

NÚMEROS GENERADORES DE LÍNEAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA CENTRO (ALIMENTACIÓN T. LEONA VICARIO)

TRAMO DE	A	DIÁMETRO EFECTIVO (MM)	LONGITUD (M)	NÚMERO DE CONJUNTO BARIL	CEFA			CLASIFICACIÓN		EXCAVACION			PLANTILLA		TUBO				RELLENOS			MAT. SOBRAANTE PROG. ETC.	
					ANCHO	PROF.	PROM.	B	C	TOTAL	B	C	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	DIAM	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT (CM)	VOLUMEN (M3)	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	ESPESOR (M)		VOLUMEN (M3)
38	39	83.5	88.240	68.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	48.57	52.80	13.97	0.10	8.44	83.50	PVC	7.5	0.20	0.375	8.20	0.58	25.50	0.37
39	40	83.5	50.711	50.7	0.85	1.05	1.100	70%	30%	38.28	25.98	10.88	0.10	3.30	83.50	PVC	7.5	0.21	0.375	2.08	0.61	20.67	0.28
41	47	132.4	48.885	47.0	0.75	1.15	1.100	70%	30%	38.75	27.11	11.80	0.10	5.52	132.40	PVC	18.83	1.04	0.4883	3.45	0.51	18.77	1.30
41	46	83.5	78.489	78.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	34.25	37.96	16.28	0.10	5.17	83.50	PVC	7.5	0.53	0.375	8.94	0.58	29.81	0.43
41	42	83.5	85.388	85.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	44.82	31.24	13.30	0.10	4.25	83.50	PVC	7.5	0.27	0.375	3.58	0.58	24.52	0.38
42	43	83.5	27.134	27.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	18.51	13.87	5.58	0.10	1.77	83.50	PVC	7.5	0.11	0.375	8.47	0.58	10.11	0.13
44	46	83.5	74.885	75.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	51.18	35.81	13.30	0.10	4.87	83.50	PVC	7.5	0.31	0.375	7.88	0.58	28.12	0.41
44	45	83.5	72.409	72.4	0.85	1.05	1.100	70%	30%	51.77	36.24	13.51	0.10	4.71	83.50	PVC	7.5	0.36	0.375	7.25	0.65	29.51	0.39
47	38	132.4	35.031	35.0	0.75	1.15	1.100	70%	30%	45.40	31.78	13.80	0.10	4.13	132.40	PVC	18.83	1.23	0.4883	8.10	0.53	21.89	1.39
47	48	83.5	105.702	105.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	69.41	48.59	20.62	0.10	6.61	83.50	PVC	7.5	0.45	0.375	14.23	0.58	38.14	0.53
48	37	83.5	54.012	54.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	38.88	25.80	11.08	0.10	3.51	83.50	PVC	7.5	0.23	0.375	2.87	0.58	20.28	0.23
48	40	83.5	80.370	80.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	30.68	15.42	8.14	0.10	1.96	83.50	PVC	7.5	0.14	0.479	7.10	0.68	13.42	0.24
48	30	83.5	25.886	25.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	17.54	12.28	5.26	0.10	1.67	83.50	PVC	7.5	0.11	0.375	8.12	0.58	9.84	0.14
49	50	83.5	48.624	48.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	31.82	22.27	9.55	0.10	3.03	83.50	PVC	7.5	0.26	0.375	3.11	0.58	17.49	0.24
50	51	83.5	14.162	14.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	9.87	8.77	2.90	0.10	0.92	83.50	PVC	7.5	0.06	0.375	3.57	0.58	3.31	0.08
51	52	83.5	35.237	35.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	10.40	7.28	3.12	0.10	0.99	83.50	PVC	7.5	0.06	0.375	3.63	0.58	5.71	0.08
52	33	83.5	17.323	17.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	11.82	8.28	3.35	0.10	1.13	83.50	PVC	7.5	0.07	0.375	4.13	0.58	8.58	0.08
53	54	83.5	24.431	24.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	18.88	11.90	5.08	0.10	1.58	83.50	PVC	7.5	0.16	0.375	3.83	0.58	8.18	0.15
54	35	83.5	11.310	11.3	0.85	1.05	1.100	70%	30%	8.08	5.86	2.41	0.10	0.74	83.50	PVC	7.5	0.05	0.375	2.70	0.63	4.61	0.08
58	60	132.4	40.817	40.9	0.75	1.15	1.100	70%	30%	53.78	23.63	10.13	0.10	3.07	132.40	PVC	18.83	0.91	0.4883	3.46	0.53	18.32	1.38
58	30	83.5	41.858	41.7	0.85	1.05	1.100	70%	30%	29.78	20.85	8.94	0.10	2.71	83.50	PVC	7.5	0.17	0.375	8.93	0.65	18.88	0.23
60	71	132.4	48.434	48.4	0.75	1.15	1.100	70%	30%	38.31	26.82	10.48	0.10	3.48	132.40	PVC	18.83	1.05	0.4883	3.28	0.53	18.52	1.34
60	61	83.5	58.181	58.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	38.76	27.79	11.91	0.10	3.78	83.50	PVC	7.5	0.24	0.375	3.88	0.58	21.81	0.31
60	250	83.5	16.451	16.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	11.23	7.86	3.37	0.10	1.07	83.50	PVC	7.5	0.07	0.375	3.92	0.58	8.17	0.08
61	62	83.5	42.188	42.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	28.80	20.50	8.64	0.10	2.74	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	4.05	0.58	15.83	0.23
61	70	83.5	28.168	28.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	17.88	12.50	5.38	0.10	1.70	83.50	PVC	7.5	0.11	0.375	6.23	0.58	8.81	0.14
62	63	83.5	56.797	56.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	38.76	27.13	11.80	0.10	3.69	83.50	PVC	7.5	0.24	0.375	3.53	0.58	21.30	0.31
62	68	83.5	52.278	52.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	35.88	24.98	10.70	0.10	3.40	83.50	PVC	7.5	0.22	0.375	2.46	0.58	19.61	0.28
63	64	83.5	58.518	58.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	38.94	27.96	11.98	0.10	3.80	83.50	PVC	7.5	0.24	0.375	3.94	0.58	21.99	0.31
63	69	83.5	27.587	27.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	18.83	13.58	5.60	0.10	1.78	83.50	PVC	7.5	0.12	0.375	8.57	0.58	10.33	0.15
65	64	83.5	33.738	33.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	13.47	9.43	4.04	0.10	1.28	83.50	PVC	7.5	0.08	0.375	4.70	0.58	7.40	0.11
66	65	83.5	17.322	17.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	11.82	8.28	3.35	0.10	1.13	83.50	PVC	7.5	0.07	0.375	4.13	0.58	8.58	0.08
67	68	83.5	11.758	11.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	8.00	5.81	2.41	0.10	0.78	83.50	PVC	7.5	0.05	0.375	2.80	0.58	4.41	0.08
68	67	83.5	8.107	8.1	0.85	1.05	1.100	70%	30%	8.51	4.96	1.99	0.10	0.58	83.50	PVC	7.5	0.04	0.375	2.17	0.63	3.71	0.08
71	72	132.4	38.918	38.9	0.75	1.15	1.100	70%	30%	32.11	22.47	9.63	0.10	2.92	132.40	PVC	18.83	0.87	0.4883	2.80	0.53	23.52	1.38
71	244	83.5	55.428	55.4	0.85	1.05	1.100	70%	30%	38.83	27.74	11.88	0.10	3.69	83.50	PVC	7.5	0.23	0.375	3.21	0.63	22.58	0.31
72	73	132.4	28.587	28.6	0.75	1.15	1.100	70%	30%	24.42	17.00	7.33	0.10	2.23	132.40	PVC	18.83	0.66	0.4883	9.74	0.53	11.86	0.81
73	243	83.5	130.587	130.6	0.85	1.05	1.100	70%	30%	79.07	55.93	23.77	0.10	7.18	83.50	PVC	7.5	0.66	0.375	16.36	0.65	49.67	0.68
73	76	132.4	173.640	173.9	0.75	1.15	1.100	70%	30%	143.50	100.45	43.00	0.10	11.05	132.40	PVC	18.83	3.87	0.4883	17.23	0.53	89.38	5.03
73	74	83.5	43.885	44.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	30.07	21.01	9.01	0.10	2.88	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	10.48	0.58	18.50	0.24
74	75	83.5	108.732	108.7	0.85	1.05	1.100	70%	30%	78.48	54.82	23.54	0.10	7.13	83.50	PVC	7.5	0.68	0.375	16.13	0.65	44.72	0.68
76	78	132.4	44.748	44.7	0.75	1.15	1.100	70%	30%	38.62	25.84	11.07	0.10	3.38	132.40	PVC	18.83	1.06	0.4883	4.73	0.53	17.84	1.30
76	77	83.5	38.533	38.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	28.30	18.41	7.89	0.10	2.50	83.50	PVC	7.5	0.16	0.375	9.18	0.58	14.45	0.21
76	242	83.5	53.647	53.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	33.23	24.87	10.57	0.10	3.38	83.50	PVC	7.5	0.22	0.375	2.31	0.58	19.37	0.28



PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAMPO, MICHOACÁN.

Nombre de la Obra : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
 Localidad : MARAVATIO  
 Municipio : MARAVATIO, MICH.

NÚMEROS GENERADORES DE LÍNEAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA CENTRO (ALIMENTACIÓN T. LEONA VICARIO)

TRAMO DE	A	DIÁMETRO EFECTIVO (MM)	LONGITUD (M)	NÚMERO DE CONJUNTO BARIL	CEFA			CLASIFICACIÓN		EXCAVACIÓN			PLANTILLA		TUBO				RELLENOS			MAT. SOBRAANTE PROG. DNE.	
					ANCHO	PROF.	PROM.	B	C	TOTAL	B	C	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )	DIAM	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT (CM)	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )	COMPACTADO		A VOLTEO		
78	79	83.5	43.811	43.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	29.87	20.88	8.99	0.10	2.85	83.50	PVC	7.5	0.18	0.373	0.48	0.58	38.47	0.38
78	243	83.5	177.124	177.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	120.88	84.62	36.27	0.10	11.51	83.50	PVC	7.5	0.74	0.373	0.20	0.58	88.43	0.88
78	240	83.5	75.808	75.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	48.01	34.70	13.31	0.10	4.87	83.50	PVC	7.5	0.36	0.373	1.11	0.58	28.91	0.36
79	80	83.5	30.934	30.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	34.78	24.35	10.43	0.10	3.31	83.50	PVC	7.5	0.21	0.373	2.14	0.58	39.10	0.21
80	215	83.5	188.144	188.1	0.85	1.05	1.075	70%	30%	130.07	91.05	39.02	0.10	11.10	83.50	PVC	7.5	0.78	0.373	0.45	0.80	72.84	1.01
80	81	101.8	8.823	8.8	0.7	1.1	1.100	70%	30%	3.28	5.88	3.58	0.10	0.48	101.80	PVC	11.43	0.01	0.4143	1.81	0.58	3.80	0.01
81	82	101.8	31.851	31.8	0.7	1.1	1.075	70%	30%	38.63	27.51	11.11	0.10	3.63	101.80	PVC	11.43	0.53	0.4143	0.51	0.58	30.35	0.53
81	232	83.5	8.820	8.8	0.85	1.05	1.075	70%	30%	8.16	4.31	3.85	0.10	0.57	83.50	PVC	7.5	0.04	0.373	2.10	0.80	3.40	0.04
82	88	101.8	384.747	384.7	0.7	1.1	1.075	70%	30%	274.47	182.13	82.34	0.10	25.33	101.80	PVC	11.43	3.74	0.4143	18.04	0.58	143.18	4.87
82	83	83.5	36.132	36.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	24.88	17.26	7.42	0.10	2.35	83.50	PVC	7.5	0.13	0.373	8.61	0.58	13.55	0.13
83	84	83.5	51.013	51.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	34.81	24.37	10.44	0.10	3.33	83.50	PVC	7.5	0.21	0.373	2.13	0.58	38.13	0.21
84	85	83.5	20.892	20.1	0.88	1.08	1.080	70%	30%	18.48	14.88	3.60	0.10	1.80	83.50	PVC	7.5	0.11	0.470	8.03	0.88	18.88	0.11
85	86	83.5	38.256	38.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	11.08	7.77	3.31	0.10	1.06	83.50	PVC	7.5	0.01	0.373	3.87	0.58	8.30	0.01
86	87	83.5	172.288	172.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	117.57	82.90	34.67	0.10	11.30	83.50	PVC	7.5	0.72	0.373	0.05	0.58	84.61	0.94
87	88	83.5	88.890	88.9	0.85	1.05	1.075	70%	30%	48.84	34.19	14.65	0.10	4.54	83.50	PVC	7.5	0.19	0.373	8.05	0.80	27.35	0.19
88	92	101.8	45.430	45.4	0.7	1.1	1.075	70%	30%	34.38	23.85	10.53	0.10	3.18	101.80	PVC	11.43	0.63	0.4143	2.71	0.58	17.83	0.63
88	103	83.5	84.233	84.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	43.78	30.85	12.93	0.10	4.17	83.50	PVC	7.5	0.23	0.373	3.20	0.58	24.08	0.23
88	90	83.5	58.801	58.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	38.73	27.54	11.19	0.10	3.68	83.50	PVC	7.5	0.24	0.373	1.53	0.58	21.30	0.24
90	91	83.5	188.931	188.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	128.83	90.74	38.09	0.10	11.30	83.50	PVC	7.5	0.78	0.373	0.25	0.58	71.23	1.08
92	96	83.5	78.225	78.2	0.85	1.05	1.075	70%	30%	33.28	23.88	9.40	0.10	4.95	83.50	PVC	7.5	0.32	0.373	8.18	0.80	38.83	0.41
93	92	101.8	53.788	53.7	0.7	1.1	1.075	70%	30%	40.43	28.30	12.13	0.10	3.78	101.80	PVC	11.43	0.58	0.4143	3.03	0.58	21.08	0.58
93	94	83.5	78.028	78.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	53.25	37.28	15.98	0.10	5.07	83.50	PVC	7.5	0.53	0.373	8.50	0.58	28.28	0.41
94	98	83.5	58.881	58.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	48.17	38.12	10.05	0.10	3.83	83.50	PVC	7.5	0.25	0.373	4.03	0.58	22.08	0.25
94	95	83.5	20.281	20.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	13.83	8.88	4.95	0.10	1.33	83.50	PVC	7.5	0.08	0.373	4.83	0.58	7.60	0.11
96	97	83.5	47.230	47.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	32.23	22.90	9.67	0.10	3.07	83.50	PVC	7.5	0.20	0.373	1.25	0.58	17.71	0.20
97	98	83.5	32.284	32.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	22.03	15.42	6.61	0.10	2.10	83.50	PVC	7.5	0.14	0.373	7.88	0.58	12.11	0.14
98	99	83.5	8.400	8.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	8.27	8.10	0.18	0.10	0.03	83.50	PVC	7.5	0.00	0.373	0.10	0.58	0.10	0.00
99	101	83.5	82.413	82.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	42.86	29.82	13.04	0.10	4.06	83.50	PVC	7.5	0.26	0.373	4.87	0.58	23.41	0.26
99	100	83.5	86.586	86.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	45.44	31.81	13.63	0.10	4.33	83.50	PVC	7.5	0.28	0.373	3.88	0.58	24.87	0.28
100	103	83.5	42.387	42.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	28.84	20.20	8.68	0.10	2.78	83.50	PVC	7.5	0.18	0.373	0.10	0.58	13.90	0.18
100	97	83.5	12.874	12.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	8.78	8.13	0.64	0.10	0.84	83.50	PVC	7.5	0.01	0.373	3.07	0.58	4.83	0.01
101	103	83.5	82.514	82.5	0.85	1.05	1.075	70%	30%	43.88	30.58	13.30	0.10	4.88	83.50	PVC	7.5	0.26	0.373	0.88	0.80	24.48	0.26
104	95	101.8	32.937	32.9	0.7	1.1	1.075	70%	30%	24.78	17.93	7.40	0.10	2.31	101.80	PVC	11.43	0.34	0.4143	0.21	0.58	12.93	0.34
104	105	83.5	27.738	27.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	18.84	13.26	5.68	0.10	1.88	83.50	PVC	7.5	0.13	0.373	8.61	0.58	30.43	0.13
104	107	83.5	185.649	185.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	113.08	79.14	33.92	0.10	10.77	83.50	PVC	7.5	0.68	0.373	0.47	0.58	62.13	0.98
105	108	83.5	134.824	134.8	0.85	1.05	1.075	70%	30%	80.23	56.16	24.07	0.10	7.48	83.50	PVC	7.5	0.48	0.373	17.38	0.80	44.83	0.48
108	104	101.8	32.854	32.8	0.7	1.1	1.075	70%	30%	24.72	17.51	7.40	0.10	2.30	101.80	PVC	11.43	0.34	0.4143	0.18	0.58	12.88	0.34
108	110	83.5	139.880	139.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	81.40	57.04	24.40	0.10	7.38	83.50	PVC	7.5	0.50	0.373	0.20	0.58	43.73	0.63
108	109	83.5	152.807	152.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	104.15	72.91	31.25	0.10	9.92	83.50	PVC	7.5	0.64	0.373	0.38	0.58	57.24	0.81
111	108	83.5	29.029	29.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	19.81	13.87	5.94	0.10	1.89	83.50	PVC	7.5	0.12	0.373	8.82	0.58	30.89	0.12
112	106	83.5	88.798	88.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	67.43	47.20	20.23	0.10	8.42	83.50	PVC	7.5	0.61	0.373	15.54	0.58	57.05	0.54
112	113	83.5	80.124	80.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	41.01	28.72	12.29	0.10	3.91	83.50	PVC	7.5	0.25	0.373	0.33	0.58	22.53	0.25
112	115	83.5	102.788	102.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	70.13	48.11	22.02	0.10	6.68	83.50	PVC	7.5	0.43	0.373	0.48	0.58	38.53	0.38
113	114	83.5	58.800	58.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	40.20	28.14	12.06	0.10	3.83	83.50	PVC	7.5	0.23	0.373	4.03	0.58	22.08	0.23





PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAMPO, MICHOACÁN.

Nombre de la Obra : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
 Localidad : MARAVATIO  
 Municipio : MARAVATIO, MICH.

NÚMEROS GENERADORES DE LÍNEAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA CENTRO (ALIMENTACIÓN T. LEONA VICARIO)

TRAMO DE	A	DIÁMETRO EFECTIVO (MM)	LONGITUD (M)	NÚMERO DE CONJUNTO BARRILES	CEPA			CLASIFICACIÓN		EXCAVACION			PLANTILLA		TUBO				RELLENOS				MAT. SOBRAANTE PROG. ENE.
					ANCHO	PROF.	PROM.	B	C	TOTAL	B	C	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	DIAM	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT (CM)	VOLUMEN (M3)	COMPACTADO		A VOLTEO		
115	112	83.5	55.342		0.65	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
115	110	83.5	152.217	152.2	0.65	1.05	1.050	70%	30%	98.24	65.27	27.67	0.10	8.59	83.50	PVC	7.5	0.25	0.375	0.20	0.58	48.59	0.21
117	115	83.5	34.509		0.65	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
117	118	83.5	74.514	74.5	0.65	1.05	1.050	70%	30%	30.88	35.80	13.29	0.10	4.84	83.50	PVC	7.5	0.51	0.375	0.75	0.58	27.59	0.41
118	120	83.5	46.982	47.0	0.65	1.05	1.050	70%	30%	32.67	22.45	9.62	0.10	3.05	83.50	PVC	7.5	0.20	0.375	-1.19	0.58	17.62	0.28
118	119	83.5	46.488	46.5	0.65	1.05	1.050	70%	30%	31.73	22.21	9.52	0.10	3.03	83.50	PVC	7.5	0.19	0.375	-1.08	0.58	17.43	0.27
121	117	83.5	32.465		0.65	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
121	122	83.5	103.625		0.65	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
123	121	83.5	31.353		0.65	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
123	127	83.5	194.621	194.6	0.65	1.05	1.050	70%	30%	133.03	95.12	39.91	0.10	12.67	83.50	PVC	7.5	0.62	0.375	-6.44	0.58	73.11	1.08
125	124	83.5	40.297		0.65	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
125	126	83.5	60.940	60.9	0.65	1.05	1.050	70%	30%	41.00	26.70	12.94	0.10	4.00	83.50	PVC	7.5	0.26	0.375	-1.41	0.58	23.62	0.41
124	125	83.5	33.977	34.0	0.65	1.05	1.050	70%	30%	23.19	16.23	9.96	0.10	2.11	83.50	PVC	7.5	0.14	0.375	0.10	0.58	12.74	0.21
128	123	83.5	58.579		0.65	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
128	129	83.5	60.080		0.65	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
129	130	83.5	85.432	85.4	0.65	1.05	1.075	70%	30%	58.68	41.78	17.86	0.10	5.55	83.50	PVC	7.5	0.36	0.375	0.35	0.60	35.42	0.48
130	128	83.5	23.265	23.3	0.7	1.1	1.075	70%	30%	17.51	12.25	5.25	0.10	1.85	101.60	PVC	13.45	0.24	0.4145	0.51	0.58	0.15	0.21
130	132	83.5	55.221	55.2	0.65	1.05	1.075	70%	30%	37.19	26.05	11.34	0.10	3.46	83.50	PVC	7.5	0.22	0.375	-2.68	0.60	30.83	0.29
131	131	83.5	50.619	50.6	0.7	1.1	1.100	70%	30%	38.98	27.26	11.69	0.10	3.54	101.60	PVC	13.45	0.52	0.4145	-4.16	0.58	30.75	0.48
134	133	83.5	66.086	66.1	0.7	1.1	1.075	70%	30%	49.73	34.61	14.62	0.10	4.63	101.60	PVC	13.45	0.68	0.4145	-8.49	0.58	25.94	0.38
134	229	83.5	55.314	55.3	0.65	1.05	1.100	70%	30%	39.55	27.69	11.87	0.10	3.60	83.50	PVC	7.5	0.23	0.375	-3.18	0.60	22.54	0.38
135	134	83.5	78.472	78.5	0.75	1.25	1.150	70%	30%	64.23	44.96	19.27	0.10	5.58	152.40	PVC	18.83	1.66	0.4683	-14.50	0.58	32.46	2.23
136	135	83.5	58.154	58.2	0.75	1.25	1.150	70%	30%	50.16	35.11	15.05	0.10	4.56	152.40	PVC	18.83	1.29	0.4683	-9.13	0.58	25.37	1.68
137	136	83.5	108.425	108.4	0.75	1.25	1.100	70%	30%	89.45	62.62	26.84	0.10	8.13	152.40	PVC	18.83	2.41	0.4683	-6.67	0.53	43.24	3.24
137	224	83.5	78.920	78.9	0.65	1.05	1.050	70%	30%	55.87	37.71	18.18	0.10	5.13	83.50	PVC	7.5	0.53	0.375	-8.81	0.58	29.60	0.43
137	222	83.5	43.887	43.9	0.65	1.05	1.125	70%	30%	32.10	22.47	9.63	0.10	2.85	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	-0.40	0.65	18.60	0.24
138	137	83.5	34.620	34.6	0.9	1.2	1.125	70%	30%	35.05	24.54	10.50	0.10	3.13	201.20	PVC	21.61	1.51	0.5160	-4.67	0.51	15.70	1.29
138	220	83.5	78.834	78.8	0.65	1.05	1.125	70%	30%	57.63	40.34	17.29	0.10	5.12	83.50	PVC	7.5	0.53	0.375	-8.78	0.65	33.40	0.43
139	138	83.5	38.475	38.5	0.9	1.2	1.125	70%	30%	14.88	11.68	3.00	0.10	1.48	201.20	PVC	21.61	0.62	0.5160	7.08	0.51	7.50	0.61
139	217	83.5	144.063	144.1	0.65	1.05	1.050	70%	30%	88.32	68.83	29.50	0.10	8.56	83.50	PVC	7.5	0.66	0.375	-14.53	0.58	54.63	0.78
140	134	83.5	27.617	27.6	0.65	1.05	1.125	70%	30%	20.41	14.29	6.12	0.10	1.81	83.50	PVC	7.5	0.11	0.375	8.65	0.65	13.83	0.21
140	139	83.5	138.954	139.0	0.9	1.2	1.125	70%	30%	118.41	82.89	35.51	0.10	10.55	201.20	PVC	21.61	4.41	0.5160	-16.23	0.51	53.25	3.71
140	132	83.5	34.689	34.7	0.65	1.05	0.525	70%	30%	11.83	8.28	3.55	0.10	1.25	83.50	PVC	7.5	0.15	0.375	8.26	0.65	1.17	0.28
141	140	254.0	15.980	16.0	0	0	0.000	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	254.00	PVC	0	0.00	0.3	0.00	-0.40	0.00	0.00
142	141	254.0	65.975	66.0	0	0	0.525	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	254.00	PVC	0	0.00	0.3	0.00	0.13	0.00	0.00
142	151	83.5	62.183	62.2	0.65	1.05	0.525	70%	30%	28.04	18.63	9.41	0.10	3.34	83.50	PVC	7.5	0.34	0.375	-8.58	0.65	2.78	0.45
143	142	254.0	48.066	48.1	0	0	0.525	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	254.00	PVC	0	0.00	0.3	0.00	0.13	0.00	0.00
143	144	83.5	39.780	39.8	0.65	1.05	1.050	70%	30%	48.30	33.40	14.90	0.10	4.60	83.50	PVC	7.5	0.50	0.375	-8.88	0.58	38.52	0.53
144	145	83.5	78.447	78.4	0.65	1.05	1.050	70%	30%	53.54	37.46	16.08	0.10	5.10	83.50	PVC	7.5	0.53	0.375	-8.69	0.58	29.42	0.43
145	146	83.5	42.463	42.5	0.65	1.05	1.050	70%	30%	28.89	20.29	8.69	0.10	2.76	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	-0.12	0.58	23.93	0.21
146	149	83.5	38.352	38.4	0.65	1.05	1.050	70%	30%	26.18	18.52	7.66	0.10	2.48	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	0.14	0.58	14.38	0.21
146	147	83.5	21.588	21.6	0.65	1.05	1.050	70%	30%	14.58	10.21	4.38	0.10	1.58	83.50	PVC	7.5	0.06	0.375	3.00	0.58	0.60	0.21
147	148	83.5	76.905	76.9	0.65	1.05	1.050	70%	30%	52.48	36.74	15.75	0.10	5.00	83.50	PVC	7.5	0.52	0.375	-8.32	0.58	28.84	0.43
148	150	83.5	28.884	28.9	0.65	1.05	1.050	70%	30%	18.13	12.83	5.30	0.10	1.75	83.50	PVC	7.5	0.11	0.375	6.40	0.58	30.08	0.21



PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAMPO, MICHOACÁN.

Nombre de la Obra : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
 Localidad : MARAVATIO  
 Municipio : MARAVATIO, MICH.

NÚMEROS GENERADORES DE LÍNEAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA CENTRO (ALIMENTACIÓN T. LEONA VICARIO)

TRAMO DE	A	DIÁMETRO EFECTIVO (MM)	LONGITUD (M)	NÚMERO DE CONJUNTO BARRIL	CEFA			CLASIFICACIÓN		EXCAVACIÓN			PLANTILLA		TUBO				RELLENOS			MAT. SOBRAANTE PROG. ETC.	
					ANCHO	PROF.	PROM.	B	C	TOTAL	B	C	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	DIAM.	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT. (CM)	VOLUMEN (M3)	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	ESPESOR (M)		VOLUMEN (M3)
152	153	83.5	74.080	34.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	50.57	35.40	15.17	0.10	4.82	83.50	PVC	7.5	0.51	0.373	-7.68	0.58	27.73	0.48
154	150	83.5	141.504	142.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	98.58	67.80	30.78	0.10	8.20	83.50	PVC	7.5	0.56	0.373	13.72	0.58	13.07	0.71
154	155	83.5	76.880	76.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	52.32	36.62	15.70	0.10	4.98	83.50	PVC	7.5	0.52	0.373	8.27	0.58	28.77	0.42
158	150	83.5	21.185	21.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	14.47	10.15	4.34	0.10	1.38	83.50	PVC	7.5	0.08	0.373	-5.05	0.58	7.50	0.12
158	157	83.5	43.760	43.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	29.87	20.91	8.96	0.10	2.88	83.50	PVC	7.5	0.18	0.373	-0.45	0.58	38.42	0.24
157	158	83.5	52.031	52.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	31.31	24.88	6.43	0.10	3.38	83.50	PVC	7.5	0.22	0.373	-2.40	0.58	39.52	0.28
159	161	83.5	125.815	125.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	83.87	60.11	23.76	0.10	8.18	83.50	PVC	7.5	0.55	0.373	-30.88	0.58	47.19	0.68
159	160	83.5	123.288	123.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	84.14	58.90	25.24	0.10	8.01	83.50	PVC	7.5	0.52	0.373	-30.38	0.58	46.24	0.67
161	163	83.5	77.342	77.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	52.79	36.93	15.84	0.10	5.03	83.50	PVC	7.5	0.52	0.373	-8.45	0.58	39.01	0.42
161	162	83.5	121.663	121.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	83.03	58.12	24.91	0.10	7.91	83.50	PVC	7.5	0.51	0.373	-38.99	0.58	45.63	0.68
163	168	83.5	30.428	30.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	20.77	14.54	6.23	0.10	1.98	83.50	PVC	7.5	0.12	0.373	7.23	0.58	15.42	0.17
169	169	83.5	38.891	38.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	30.88	7.98	22.90	0.10	1.02	83.50	PVC	7.5	0.07	0.373	8.73	0.58	9.87	0.08
164	167	83.5	105.505	105.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	72.03	50.41	21.62	0.10	6.88	83.50	PVC	7.5	0.44	0.373	-15.14	0.58	39.57	0.51
164	165	83.5	30.881	30.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	62.05	45.42	16.63	0.10	5.91	83.50	PVC	7.5	0.58	0.373	-12.85	0.58	34.08	0.48
165	166	83.5	105.025	105.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	70.51	49.22	21.29	0.10	6.70	83.50	PVC	7.5	0.43	0.373	-14.55	0.58	38.64	0.50
168	173	83.5	22.888	22.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	15.82	10.92	4.90	0.10	1.49	83.50	PVC	7.5	0.10	0.373	5.40	0.58	8.58	0.12
168	169	83.5	48.748	48.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	33.85	23.71	10.14	0.10	3.23	83.50	PVC	7.5	0.21	0.373	-3.85	0.58	38.66	0.27
169	170	83.5	8.039	8.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	5.48	3.94	1.54	0.10	0.52	83.50	PVC	7.5	0.05	0.373	1.82	0.58	3.01	0.04
170	171	83.5	48.127	48.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	33.53	23.47	10.06	0.10	3.19	83.50	PVC	7.5	0.21	0.373	-3.70	0.58	38.42	0.27
171	172	83.5	67.598	67.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	48.12	32.29	15.84	0.10	4.39	83.50	PVC	7.5	0.28	0.373	-8.11	0.58	25.35	0.37
173	178	83.5	40.864	40.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	27.88	18.57	9.31	0.10	2.68	83.50	PVC	7.5	0.17	0.373	8.78	0.58	25.38	0.22
173	174	83.5	57.732	57.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.373	0.00	0.58	0.00	0.00
173	177	83.5	30.358	30.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	48.02	35.81	12.41	0.10	4.57	83.50	PVC	7.5	0.29	0.373	3.78	0.58	30.39	0.38
174	175	83.5	18.111	18.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	12.36	8.85	3.51	0.10	1.18	83.50	PVC	7.5	0.08	0.373	4.32	0.58	6.79	0.08
174	176	83.5	35.079	35.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.373	0.00	0.58	0.00	0.00
178	179	83.5	88.222	88.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	45.20	31.84	13.36	0.10	4.50	83.50	PVC	7.5	0.28	0.373	-5.78	0.58	24.84	0.38
180	178	83.5	52.980	53.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	22.50	15.75	6.75	0.10	2.14	83.50	PVC	7.5	0.14	0.373	7.83	0.58	12.18	0.18
180	181	83.5	95.415	95.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.373	0.00	0.58	0.00	0.00
182	180	83.5	40.000	40.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	27.30	18.11	9.19	0.10	2.80	83.50	PVC	7.5	0.17	0.373	9.55	0.58	13.00	0.21
182	185	83.5	8.838	8.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	4.88	3.28	1.60	0.10	0.45	83.50	PVC	7.5	0.03	0.373	1.65	0.58	2.57	0.04
183	182	83.5	59.042	59.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	40.28	28.21	12.07	0.10	3.84	83.50	PVC	7.5	0.24	0.373	-4.07	0.58	22.14	0.31
183	184	83.5	158.841	158.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	108.27	75.79	32.48	0.10	10.51	83.50	PVC	7.5	0.66	0.373	-37.80	0.58	59.50	0.88
185	186	83.5	56.229	56.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	38.37	26.88	11.51	0.10	3.05	83.50	PVC	7.5	0.24	0.373	-3.40	0.58	21.00	0.31
185	202	83.5	62.890	62.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	42.82	30.05	12.88	0.10	4.09	83.50	PVC	7.5	0.28	0.373	-4.88	0.58	23.59	0.34
188	187	83.5	13.600	13.6	0.85	1.05	1.050	70%	30%	8.29	6.50	1.79	0.10	0.88	83.50	PVC	7.5	0.06	0.373	5.24	0.58	5.10	0.07
187	188	83.5	48.253	48.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	31.84	22.15	9.69	0.10	3.01	83.50	PVC	7.5	0.19	0.373	-2.04	0.58	17.38	0.22
188	185	83.5	14.432	14.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	9.85	8.90	0.96	0.10	0.94	83.50	PVC	7.5	0.06	0.373	3.44	0.58	3.41	0.08
188	189	83.5	98.887	98.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	68.34	46.86	21.48	0.10	6.58	83.50	PVC	7.5	0.41	0.373	-18.57	0.58	48.73	0.53
188	193	83.5	77.517	77.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	52.91	37.02	15.87	0.10	5.04	83.50	PVC	7.5	0.52	0.373	-8.47	0.58	29.07	0.42
189	190	83.5	42.980	43.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	29.33	20.53	8.80	0.10	2.79	83.50	PVC	7.5	0.18	0.373	-0.24	0.58	38.12	0.22
190	191	83.5	45.824	45.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	31.28	21.89	9.39	0.10	2.98	83.50	PVC	7.5	0.19	0.373	-0.92	0.58	17.19	0.22
191	192	83.5	18.458	18.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	12.86	8.62	4.24	0.10	1.20	83.50	PVC	7.5	0.08	0.373	4.40	0.58	8.80	0.08
191	194	83.5	44.198	44.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	30.17	21.12	9.05	0.10	2.87	83.50	PVC	7.5	0.18	0.373	-0.53	0.58	38.59	0.24
195	196	83.5	54.450	54.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	37.17	26.02	11.15	0.10	3.54	83.50	PVC	7.5	0.22	0.373	-2.97	0.58	20.42	0.30





PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAMPO, MICHOACÁN.

Nombre de la Obra : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
 Localidad : MARAVATIO  
 Municipio : MARAVATIO, MICH.

NÚMEROS GENERADORES DE LÍNEAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA CENTRO (ALIMENTACIÓN T. LEONA VICARIO)

TRAMO DE	A	DIÁMETRO EFECTIVO (MM)	LONGITUD (M)	NÚMERO DE CONJUNTO BARRILES	CEPA			CLASIFICACIÓN		EXCAVACION			PLANTILLA		TUBO				RELLENOS				MAT. SOBRAANTE PROG. ETC.
					ANCHO	PROF.	PROM.	B	C	TOTAL	B	C	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	DIAM	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT (CM)	VOLUMEN (M3)	COMPACTADO		A VOLTEO		
195	200	83.5	48.750		0.85	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
196	197	83.5	21.583	21.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	34.80	10.22	4.38	0.10	1.50	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	3.10	0.58	0.00	0.00
197	198	83.5	39.580	38.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	15.23	9.26	3.97	0.10	1.38	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	4.62	0.58	7.27	0.00
198	199	83.5	37.151	37.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	25.38	17.75	7.81	0.10	2.41	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	8.80	0.58	13.93	0.00
200	201	83.5	13.211		0.85	1.05	1.050	70%	30%	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	83.50	PVC	7.5	0.00	0.375	0.00	0.58	0.00	0.00
202	203	83.5	79.413	79.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	54.20	37.94	38.21	0.10	3.18	83.50	PVC	7.5	0.11	0.375	8.92	0.58	39.71	0.43
203	204	83.5	80.651	80.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	41.30	28.98	12.41	0.10	3.94	83.50	PVC	7.5	0.25	0.375	14.45	0.58	22.75	0.31
204	205	83.5	28.775	28.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	28.84	15.75	5.80	0.10	1.87	83.50	PVC	7.5	0.11	0.375	8.88	0.58	30.79	0.00
204	205	83.5	86.700	86.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	45.32	31.87	13.88	0.10	4.34	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	3.88	0.58	25.00	0.38
208	210	83.5	58.125	58.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	39.87	27.77	11.90	0.10	3.78	83.50	PVC	7.5	0.24	0.375	3.85	0.58	21.80	0.31
208	207	83.5	63.591	63.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	43.40	30.38	13.02	0.10	4.13	83.50	PVC	7.5	0.21	0.375	5.13	0.58	23.80	0.31
207	209	83.5	71.800	71.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	60.02	39.47	19.27	0.10	4.80	83.50	PVC	7.5	0.41	0.375	17.70	0.58	27.89	0.41
207	208	83.5	42.300	42.3	0.85	1.05	1.050	70%	30%	28.87	20.21	8.86	0.10	2.75	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	0.00	0.58	33.87	0.00
210	215	83.5	54.111	54.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	38.93	25.85	11.08	0.10	3.53	83.50	PVC	7.5	0.21	0.375	2.89	0.58	20.29	0.29
210	211	83.5	21.583	21.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	15.86	11.17	4.79	0.10	1.52	83.50	PVC	7.5	0.10	0.375	3.57	0.58	8.77	0.11
211	212	83.5	143.538	143.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	97.82	68.47	29.33	0.10	8.32	83.50	PVC	7.5	0.60	0.375	16.15	0.58	53.75	0.58
212	214	83.5	12.058	12.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	8.23	5.76	2.47	0.10	0.78	83.50	PVC	7.5	0.05	0.375	2.87	0.58	4.50	0.01
212	213	83.5	11.439	11.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	21.46	15.02	6.44	0.10	2.04	83.50	PVC	7.5	0.11	0.375	7.49	0.58	11.79	0.11
215	216	83.5	72.087	72.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	48.18	34.43	14.70	0.10	4.88	83.50	PVC	7.5	0.30	0.375	7.17	0.58	27.00	0.38
217	218	83.5	88.384	88.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	48.87	32.67	14.00	0.10	4.44	83.50	PVC	7.5	0.29	0.375	8.20	0.58	25.80	0.31
218	219	83.5	48.872	48.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	30.81	21.44	8.31	0.10	2.92	83.50	PVC	7.5	0.19	0.375	0.00	0.58	38.81	0.38
220	223	83.5	70.047	70.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	47.81	33.46	14.34	0.10	4.35	83.50	PVC	7.5	0.26	0.375	3.80	0.58	30.27	0.38
222	225	83.5	94.130	94.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	64.23	44.96	19.27	0.10	6.13	83.50	PVC	7.5	0.58	0.375	12.42	0.58	35.30	0.51
224	227	83.5	42.380	42.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	28.83	20.25	8.86	0.10	2.78	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	0.10	0.58	33.80	0.00
224	225	83.5	42.500	42.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	29.02	20.51	8.70	0.10	2.78	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	0.15	0.58	33.84	0.00
225	226	83.5	61.850	61.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	42.21	29.35	12.88	0.10	4.02	83.50	PVC	7.5	0.24	0.375	4.74	0.58	23.20	0.38
227	228	83.5	63.194	63.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	43.13	30.10	12.94	0.10	4.11	83.50	PVC	7.5	0.24	0.375	3.00	0.58	23.70	0.34
229	230	83.5	88.940	88.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	47.05	32.94	14.12	0.10	4.48	83.50	PVC	7.5	0.26	0.375	8.43	0.58	25.89	0.38
230	231	83.5	117.222	117.2	0.85	1.05	1.050	70%	30%	80.00	56.00	24.00	0.10	7.62	83.50	PVC	7.5	0.46	0.375	27.05	0.58	43.98	0.64
232	234	83.5	38.510	39.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	26.87	18.88	8.09	0.10	2.57	83.50	PVC	7.5	0.17	0.375	8.42	0.58	14.82	0.11
232	233	83.5	113.497	113.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	77.48	54.22	23.24	0.10	7.38	83.50	PVC	7.5	0.48	0.375	27.04	0.58	42.57	0.63
234	235	83.5	38.810	38.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	26.35	18.40	7.91	0.10	2.51	83.50	PVC	7.5	0.14	0.375	9.20	0.58	14.44	0.11
234	238	83.5	58.794	58.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	40.81	28.57	12.24	0.10	3.89	83.50	PVC	7.5	0.25	0.375	4.25	0.58	22.43	0.31
235	236	83.5	42.069	42.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	28.71	20.10	8.81	0.10	2.75	83.50	PVC	7.5	0.18	0.375	10.02	0.58	13.78	0.11
238	237	83.5	188.807	188.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	113.83	79.89	34.15	0.10	10.94	83.50	PVC	7.5	0.70	0.375	18.74	0.58	62.58	0.93
238	239	83.5	80.617	80.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	53.02	38.51	16.51	0.10	5.24	83.50	PVC	7.5	0.34	0.375	8.21	0.58	30.24	0.44
244	245	83.5	43.001	43.0	0.85	1.05	1.050	70%	30%	29.35	20.54	8.80	0.10	2.80	83.50	PVC	7.5	0.14	0.375	0.25	0.58	38.15	0.00
240	246	83.5	62.450	62.5	0.85	1.05	1.050	70%	30%	39.88	28.88	11.00	0.10	3.76	83.50	PVC	7.5	0.19	0.375	0.10	0.58	33.80	0.00
245	249	83.5	47.812	47.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	32.70	22.80	9.81	0.10	3.11	83.50	PVC	7.5	0.20	0.375	1.42	0.58	17.81	0.16
248	248	83.5	35.738	35.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	24.38	17.07	7.32	0.10	2.32	83.50	PVC	7.5	0.13	0.375	8.51	0.58	13.40	0.16
248	247	83.5	33.738	33.7	0.85	1.05	1.050	70%	30%	8.37	6.38	2.81	0.10	0.89	83.50	PVC	7.5	0.06	0.375	3.27	0.58	9.13	0.01
250	251	83.5	50.930	50.9	0.85	1.05	1.050	70%	30%	34.76	24.35	10.43	0.10	3.31	83.50	PVC	7.5	0.21	0.375	3.13	0.58	19.10	0.28
251	252	83.5	86.440	86.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	45.34	31.74	13.80	0.10	4.32	83.50	PVC	7.5	0.28	0.375	3.83	0.58	24.90	0.38
253	254	83.5	64.780	64.8	0.85	1.05	1.050	70%	30%	44.21	30.95	13.20	0.10	4.21	83.50	PVC	7.5	0.27	0.375	3.44	0.58	24.30	0.31



PROYECTO PARA LA REHABILITACIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE DE LA ZONA CENTRO DE LA LOCALIDAD DE MARAVATIO DE OCAMPO, MICHOACÁN.

Nombre de la Obra : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
 Localidad : MARAVATIO  
 Municipio : MARAVATIO, MICH.

NÚMEROS GENERADORES DE LÍNEAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA CENTRO (ALIMENTACIÓN T. LEONA VICARIO)

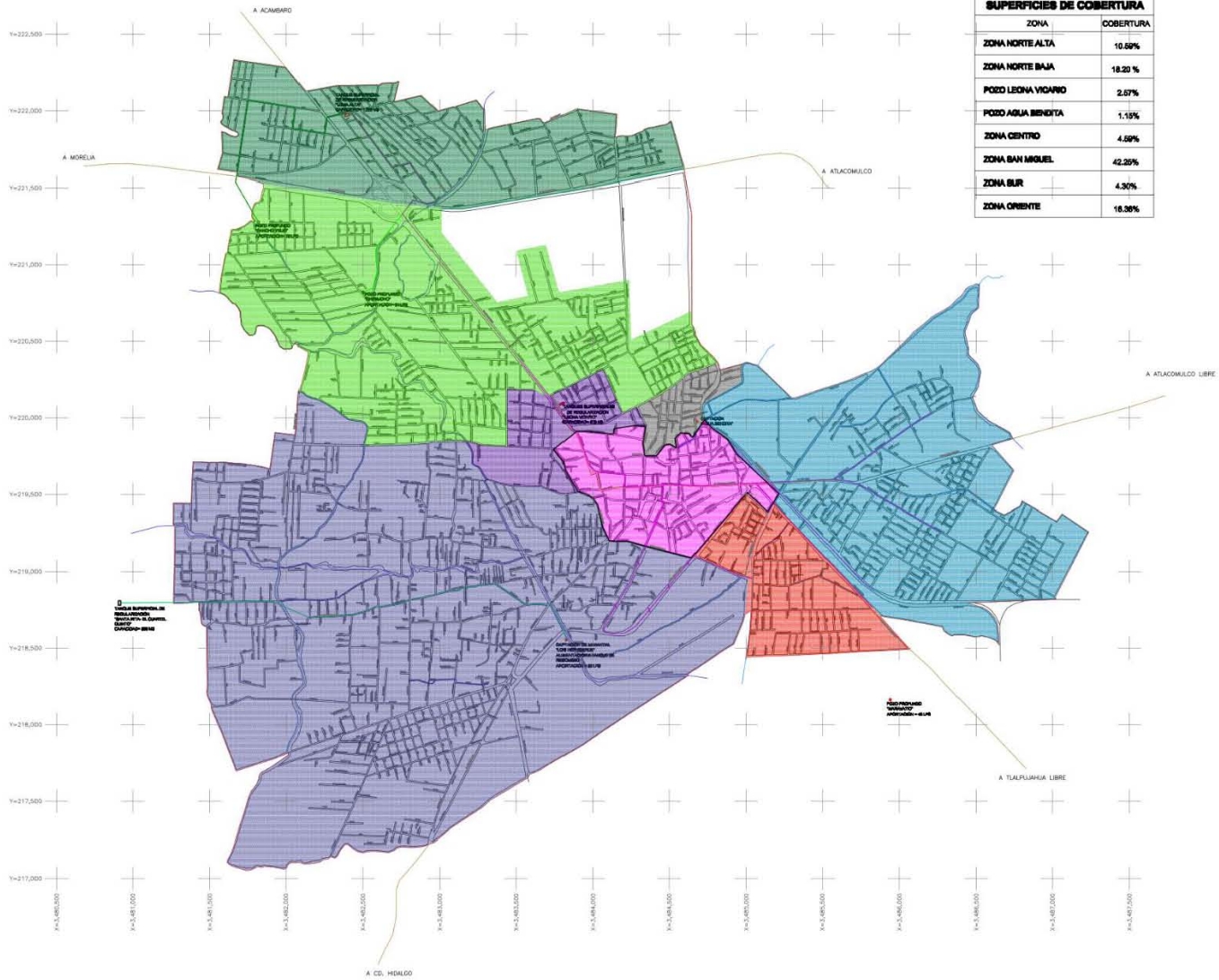
TRAMO DE	A	DIÁMETRO EFECTIVO MM	LONGITUD (M)	CONV. D. BAR. (M)	CEPA			CLASIFICACION		EXCAVACION			PLANTILLA		TUBO				MAT. SOBRAANTE PROG. ENC.					
					ANCHO	PROF.	PROM.	B	C	TOTAL	B	C	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	DIAM	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT (CM)	VOLUMEN (M3)		RELLENOS				
																COMPACTADO		A VOLTEO						
																ESPESOR (M)		VOLUMEN (M3)						
254	255	83.5	48.100	48.1	0.85	1.05	1.050	70%	30%	32.83	22.86	9.82	0.10	3.13	83.50	PVC	7.5	0.20	0.373	1.40	0.58	38.04	0.20	
257	258	83.5	34.431	34.4	0.85	1.05	1.050	70%	30%	23.30	16.45	7.85	0.10	2.24	83.50	PVC	7.5	0.14	0.373	0.20	0.58	12.93	0.20	
258	259	83.5	44.037	44.0	0.85	1.05	0.525	70%	30%	15.02	10.51	4.51	0.10	2.88	83.50	PVC	7.5	0.18	0.373	0.40	0.20	1.40	0.20	
0	0	0.0	0.000																					
			0.00							0.00	0.00	0.00		0.00				0.00		0.00		0.00		0.00
<b>TOTALES</b>			<b>13,637.80</b>				<b>780.870</b>			<b>11,485.36</b>	<b>7,985.75</b>	<b>3,421.61</b>		<b>1,096.30</b>				<b>127.90</b>		<b>4,138.52</b>		<b>8,078.74</b>		<b>166.27</b>

RESUMEN DE TUBERIAS				
1 1/2"	=	12,125.36	12,926.00	
4"	=	128.34	729.00	
6"	=	997.38	898.00	
8"	=	1461.40	3411.00	
10"	=	166.83	787.00	

**ANEXO 2**  
**PLANOS**







SUPERFICIES DE COBERTURA	
ZONA	COBERTURA
ZONA NORTE ALTA	10.68%
ZONA NORTE BAJA	18.20%
POZO LEONA VICARIO	2.67%
POZO AGUA BENDITA	1.15%
ZONA CENTRO	4.69%
ZONA SAN MIGUEL	42.25%
ZONA SUR	4.30%
ZONA ORIENTE	16.36%



**DATOS DE PROYECTO**

- POBLACIÓN PROYECTO: 8,376 HAB.
- DOTACIÓN: 200-48 LTR/HAB/DIA.
- CAUDAL MEDIO DIARIO: 16.83 LTR/SEG.
- CAUDAL MÁXIMO DIARIO: 26.56 LTR/SEG.
- CAUDAL MÁXIMO HORARIO: 26.54 LTR/SEG.
- COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA: 1.2
- COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA: 1.5
- FUENTE DE ABASTECIMIENTO: SUBESTACIÓN
- CAPACIDAD DE REGULIZACIÓN ZONA CENTRO: 200 MS
- DISTRIBUCIÓN: 200 MS

**SIMBOLOGÍA**

**ZONAS DE COBERTURA DE AGUA POTABLE**

- ZONA NORTE ALTA
- ZONA NORTE BAJA
- POZO LEONA VICARIO
- POZO AGUA BENDITA
- ZONA CENTRO
- ZONA SAN MIGUEL
- ZONA SUR
- ZONA ORIENTE

SISTEMA DE COORDENADAS DE REFERENCIA UTM NAD 83

**UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**  
INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE GRADUACIÓN: **RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE AGUA POTABLE ZONA CENTRO MARAVATIO, MICHOACÁN**

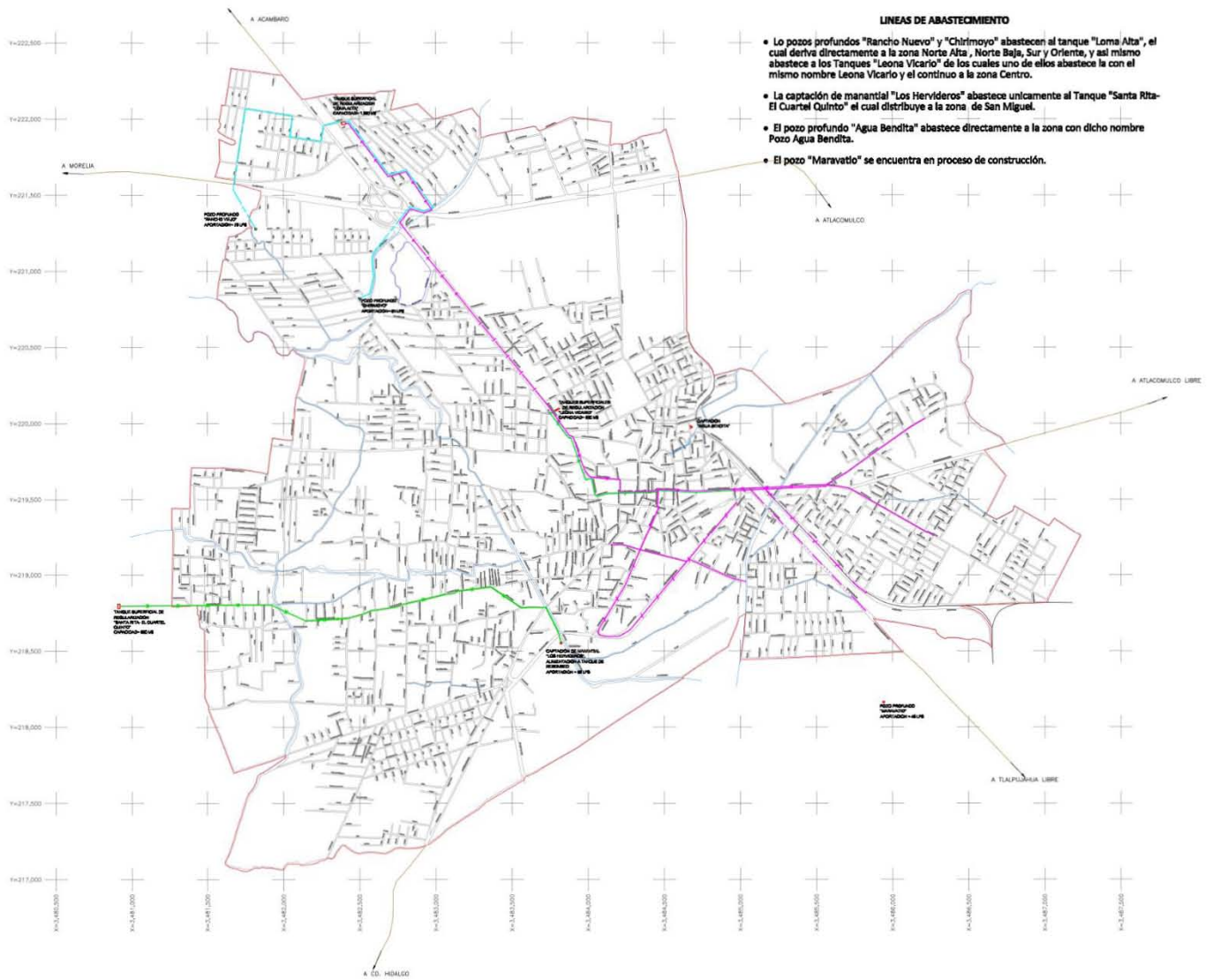
ALUMNO: **MARIANA PAZ MEZA**

PROFESOR: **DR. JESÚS BLANCO BRUNO**

FECHA: **NOVIEMBRE 2016**

ESCALA: 1:10,000

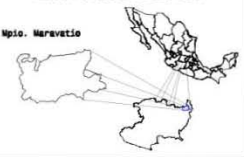
HOJA: 1



**LÍNEAS DE ABASTECIMIENTO**

- Los pozos profundos "Rancho Nuevo" y "Chirimoyo" abastecen al tanque "Loma Alta", el cual deriva directamente a la zona Norte Alta, Norte Baja, Sur y Oriente, y así mismo abastece a los Tanques "Leona Vicario" de los cuales uno de ellos abastece con el mismo nombre Leona Vicario y el continúa a la zona Centro.
- La captación de manantial "Los Hervideros" abastece únicamente al Tanque "Santa Rita-El Cuartel Quinto" el cual distribuye a la zona de San Miguel.
- El pozo profundo "Agua Bendita" abastece directamente a la zona con dicho nombre Pozo Agua Bendita.
- El pozo "Maravatio" se encuentra en proceso de construcción.

**Macrolocalización**



**Microlocalización**



**DATOS DE PROYECTO**

POBLACIÓN PROYECTO	8,376 HAB.
DEFICACIÓN	200.48 LITROS/HAB/DÍA
CAUDAL MÁXIMO DIARIO	19.95 LTR/SEG.
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	25.95 LTR/SEG.
CAUDAL MÁXIMO HORARIO	80.34 LTR/SEG.
COCIENTE DE VARIACIÓN DIARIA	1.5
COCIENTE DE VARIACIÓN HORARIA	1.5
FUENTE DE ABASTECIMIENTO	SUBSTANCIA
CAPACIDAD DE REGULACIÓN ZONA CENTRO	200 M3
DISTRIBUCIÓN	BOVEDÓN

**SIMBOLOGÍA**

	TUBERÍA (63mm) 2 1/2"
	TUBERÍA (76mm) 3"
	TUBERÍA (100mm) 4"
	TUBERÍA (150mm) 6"
	TUBERÍA (200mm) 8"
	TUBERÍA (250mm) 10"
	TUBERÍA (300mm) 12"
	TUBERÍA (350mm) 14"

SISTEMA DE COORDENADAS DE REFERENCIA UTM NAD 83

**UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**  
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: **RECONSTRUCCIÓN DE LA RED DE AGUA**

UBICACIÓN: **MARAVATIO**

ESTADO: **MARAVATIO, MICHOACÁN**

TIPO: **LÍNEAS PRINCIPALES DE ABASTECIMIENTO**

ESCALA: **1:10000**

FECHA: **1**

PROYECTISTA: **MARANA PAZ MEZA**

ASISTENTE: **SISTEMA DE TUBERÍAS ENCLAV.**

PROYECTO: **ING. JESÚS RAMÍREZ BLANCO BRANCO**

FECHA: **MARZO/2014**





**DATOS DE PROYECTO**

POBLACION PROYECTO	300 HAB.
COEFICIENTE DE DISTRIBUCION	0.35
CAUDAL MEDIO DIARIO	10.50 LTR/SEG.
CAUDAL MEDIO HORARIO	12.34 LTR/SEG.
CAUDAL MEDIO HORARIO	33.34 LTR/SEG.
COEFICIENTE DE VARIACION DIARIA	1.2
COEFICIENTE DE VARIACION HORARIA	1.5
TIEMPO DE ABASTECIMIENTO	18.50 MINUTOS
CAUDALIDAD DE REGULACION ZONA CENTRO	300 M <sup>3</sup>
DISTRIBUCION	GRABADO

**SIMBOLOGIA**

	TRAZA URBANA
	CURVA DE NIVEL
	CURVA DE NIVEL
	APROYO SUPERFICIAL
	BANCO DE NIVEL
	GEODOSICIONAMIENTO

**UNIVERSIDAD DON VASCO A.C.**  
INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: **REHABILITACION DE LA RED DE AGUA POTABLE ZONA CENTRO MARAVATIO, MICHOACAN**

ALUMNO: **TOPOGRAFICO ZONA CENTRO**

ESCALA: **1:2500**

FECHA: **NOVIEMBRE 2004**

PROFESOR: **MARIANA PAZ MEZA**

FECHA DE ENTREGA: **NOVIEMBRE 2004**





