



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**

**REVISIÓN DEL PROYECTO DE ALCANTARILLADO  
SANITARIO Y AGUA POTABLE PARA LA  
URBANIZACIÓN DE LA COLONIA LA CORTINA 2.**

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

Presenta:

**Eduardo Macías Cervantes**

**Asesor I.C. Sandra Natalia Parra Macías**

Uruapan, Michoacán, a 19 de Abril del 2021.



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. . . . .	2
Objetivo. . . . .	3
Pregunta de Investigación. . . . .	4
Justificación. . . . .	4
Marco de Referencia. . . . .	5

## **Capítulo 1.- Urbanización.**

1.1. Urbanización. . . . .	6
1.2. Proceso de urbanización. . . . .	7
1.3. Consecuencias de la urbanización. . . . .	9
1.4. Normatividad para el desarrollo de nuevos proyectos de urbanización. . . . .	10
1.5. Topografía. . . . .	10
1.5.1. Definición de topografía. . . . .	10
1.5.2. Tipos de levantamientos. . . . .	11
1.5.3. Errores de medición. . . . .	12

1.5.4. Aparatos de medición en la topografía. . . . .	13
1.5.5. Altimetría. . . . .	15
1.5.6. Tipos de mediciones. . . . .	17
1.5.6.1. Poligonación. . . . .	17
1.5.6.1.1. Poligonal cerrada. . . . .	17
1.5.6.1.2. Poligonal abierta. . . . .	17
1.6. Mecánica de suelos. . . . .	18
1.6.1. Suelos: origen y formación. . . . .	18
1.6.1.1. Suelo. . . . .	18
1.6.2. Agentes generadores de suelo. . . . .	19
1.6.3. Relaciones volumétricas y gravimétricas en los suelos. . . . .	20
1.6.4. Granulometría del suelo. . . . .	20
1.6.5. Plasticidad. . . . .	21
1.6.6. Carta de plasticidad. . . . .	23
1.6.7. Clasificación de los suelos. . . . .	24

## **Capítulo 2.- Alcantarillado y Agua Potable.**

2.1. Alcantarillado sanitario. . . . .	28
--	----

2.2. Tipos de alcantarillado sanitario.	29
2.3. Componentes de un sistema de alcantarillado.	30
2.4. Tipos de tuberías.	31
2.4.1. Tubería de acero.	32
2.4.2. Tubería de concreto Reforzado.	32
2.4.3. Tubería de PVC.	33
2.4.4. Tubería de polietileno.	33
2.5. Obras accesorias.	34
2.5.1. Descargas domiciliarias.	34
2.6. Pozos de visita.	35
2.6.1. Pozos de visita prefabricados.	36
2.6.2. Pozos de visita contruidos en el sitio de la obra.	36
2.7. Descripción de los pozo de visita.	37
2.7.1. Pozos de visita comunes.	37
2.7.2. Pozos de vista especiales.	37
2.8. Seguridad al revisar un pozo de visita.	38
2.9. Estaciones de bombeo.	38
2.10. Uso del agua potable.	40

2.11. Red de distribución. . . . .	40
2.12. Clasificación de redes de distribución. . . . .	41
2.13. Componentes de una red de distribución. . . . .	43
2.13.1. Tuberías. . . . .	43
2.13.2. Piezas especiales. . . . .	44
2.13.3. Válvulas. . . . .	44
2.13.4 Caja de válvulas. . . . .	50
2.13.5. Hidrantes. . . . .	52
2.13.6. Tanques. . . . .	53
2.13.6.1. Clasificación de tanques. . . . .	54
2.13.7. Bombas. . . . .	56
2.13.8. Pozos. . . . .	57
2.13.9. Tomas domiciliarias. . . . .	58

**Capítulo 3.- Resumen de Macro y Microlocalización.**

3.1. Generalidades. . . . .	63
3.1.1. Objetivo. . . . .	64
3.1.2. Alcance de proyecto. . . . .	64

3.2. Resumen ejecutivo. . . . .	64
3.3. Entorno geográfico. . . . .	65
3.4. Macrolocalización. . . . .	65
3.5. Microlocalización. . . . .	66
3.5.1. Características geológicas. . . . .	69
3.5.2. Hidrología. . . . .	70
3.5.3. Uso de suelo. . . . .	72
3.5.4. Flora y fauna. . . . .	72
3.6. Informe fotográfico. . . . .	73
3.6.1. Problemática. . . . .	73
3.6.2. Estado actual. . . . .	75
3.7. Proceso de análisis. . . . .	78

## **Capítulo 4.- Metodología.**

4.1. Método empleado. . . . .	79
4.1.1. Método matemático. . . . .	80
4.2. Enfoque de la investigación. . . . .	80
4.2.1. Alcance de la investigación. . . . .	81

4.3. Diseño de la investigación. . . . .	82
4.4. Instrumentos de recopilación de información. . . . .	83
4.5. Descripción del proceso de investigación. . . . .	84

**Capítulo 5.- Cálculo, Análisis e Interpretación de Resultados.**

5.1. Datos de diseño. . . . .	86
5.2. Gastos de diseño. . . . .	87
5.2.1. Gasto medio anual. . . . .	87
5.2.2. Gasto mínimo. . . . .	88
5.2.3. Gasto máximo instantáneo. . . . .	89
5.2.4. Gasto máximo extraordinario. . . . .	91
5.3. Variables hidráulicas permitidas. . . . .	92
5.3.1. Velocidades. . . . .	92
5.3.2. Pendientes. . . . .	93
5.3.3. Diámetros. . . . .	93
5.3.3.1. Diámetro mínimo. . . . .	93
5.3.3.2. Diámetro máximo . . . . .	94
5.4. Memoria descriptiva de cálculo de proyecto. . . . .	94



5.4.1. Características y ubicación de la obra. . . . .	94
5.4.2. Datos proporcionados por la CAPASU. . . . .	95
5.4.3. Revisión del diseño de la red de drenaje sanitario. . . . .	97
5.4.4. Revisión del diseño de la red de distribución de agua potable. . . . .	102
Conclusión. . . . .	106
Bibliografía. . . . .	110
Otras fuentes de información. . . . .	114
Anexos.	

# INTRODUCCIÓN

## **Antecedentes.**

“El urbanismo tiene como fin la modelación y remodelación de las ciudades, por lo cual es el estudio de las ciudades enfocado a lograr el diseño del ámbito espacial donde se desenvuelven las actividades sociales del hombre.” (Ducci; 1989, 5)

“Un sistema de alcantarillado sanitario está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta el reúso o la recarga de acuíferos, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio” (CNA; 2009, 1)

“La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa, el agua potable.” (<http://es.wikipedia.org>; 2014)

El agua ha sido un factor indispensable para la existencia y el desarrollo del hombre. El uso de este líquido tan preciado se ha diversificado tanto a través del tiempo, que actualmente son muy variadas las actividades donde se requiere. El agua al usarse, pierde la calidad de potable con que fue entregada a la población, pues se le agrega una gran cantidad de residuos diversos tipos, los cuales modifican sus características físicas, químicas y biológicas.

El ser humano desde que nace empieza su labor de contaminación del medio ambiente, primero a través de sus desechos y después cuando se forman los núcleos de población y llevan a cabo diversos trabajos propios de la convivencia en conjuntos y estos a su vez generan diferentes tipos de contaminantes.

Buscando en la biblioteca de la Universidad Don Vasco A.C se encontró con diferentes tesis relacionadas en base al diseño de drenajes sanitarios y pluviales de las cuales se mencionan a continuación:

El alumno Christian Cesar González Mejía realizó una tesis, donde su objetivo general es el diseño del sistema de drenaje de la intersección de Guacamayas, carretera Zihuatanejo –Lázaro Cárdenas, concluyó que con la realización de este proyecto se captó toda el agua de la superficie del camino evitando así la inundación sobre el camino.

Otra tesis llamada Diseño de drenaje pluvial en el sector centro sur en la ciudad Uruapan, Michoacán; elaborada por José Alberto Sánchez Arriaga y José Luis Arellano Naranjo, que tuvo por objetivo establecer una línea de drenaje pluvial en la zona centro sur de la ciudad de Uruapan, concluyendo que con la realización de este proyecto se pretende brindar un servicio integral y funcional para la población que habita en la zona centro sur de la ciudad de Uruapan, Michoacán.

### **Planteamiento del problema.**

Los sistemas de alcantarillado sanitario y red de agua potable son una necesidad para la sociedad, ya que facilitan la manera de mandar los desechos de

las personas a una planta donde puedan ser tratados; las redes de agua potable son igual de importantes ya que éstas son las encargadas de llevar el agua potabilizada a la gente para su uso diario, el cual puede ser doméstico o de riego en algunas ocasiones.

En la presente tesis se pretende la revisión del proyecto de alcantarillado sanitario y red de agua potable para la urbanización de la colonia La Cortina 2 de la ciudad de Uruapan, Michoacán; ya que se requiere saber si dicho diseño de la red es funcional para la dotación adecuada de agua y el correcto flujo de los desechos sanitarios.

La revisión de la red de alcantarillado sanitario se elaborará para conocer si los diámetros propuestos son los adecuados para su funcionamiento y que la red de agua potable aporte la dotación suficiente para cada predio y así poder verificar si el diseño propuesto por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU) fue el correcto.

### **Objetivo general.**

Revisar el proyecto de alcantarillado sanitario y agua potable para la urbanización de la colonia la cortina 2.

### **Objetivos particulares.**

- 1) Definir conceptualmente el término urbanización.

- 2) Señalar los puntos necesarios para urbanizar.
- 3) Determinar el estado físico de las vialidades de la colonia en estudio.
- 4) Determinar el concepto de alcantarillado sanitario
- 5) Determinar el concepto de agua potable.
- 6) Comparar el diseño propuesto por CAPASU con el de esta revisión.

### **Pregunta de investigación.**

¿Fue correcto el diseño del proyecto de alcantarillado sanitario y agua potable para la urbanización de la colonia La Cortina 2?

### **Justificación.**

En la presente investigación se pretende aportar conocimientos que se mostrarán en su desarrollo a personas que puedan tener acceso a ella. Esta investigación es de gran importancia ya que se sabrá si el diseño de la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU) fue el adecuado.

Llevando a cabo este trabajo se conocerá si el diseño ya elaborado es el correcto, de ser así, cumple con ayudar a las personas que viven en la colonia, teniendo una mejor plusvalía del terreno y una disminución en las enfermedades ocasionadas por el uso de agua contaminada y la mala red de drenaje en la colonia, obteniendo los bienes y servicios de los cuales la comunidad no contaba con anterioridad.

Se beneficiará a la Universidad Don Vasco A.C. por una nueva aportación de revisión del diseño de alcantarillado sanitario y agua potable, que servirá para futuras generaciones que vayan a realizar un trabajo, así como la importancia que tiene el llevar a cabo esta revisión para la colonia ya mencionada.

### **Marco de Referencia.**

El trabajo en investigación se ubica en la colonia La Cortina 2 la cual se encuentra situada en la zona oriente del municipio de Uruapan, Michoacán; dicha colonia cuenta con alrededor de 50 viviendas las cuales son de interés social ya que las personas que habitan en ella son de escasos recursos. Cuenta con los servicios de electricidad al 100%, los de drenaje y agua potable son de reciente instalación los cuales son los revisados por la presente investigación. Sus calles son de terracería ya que al ser una colonia relativamente nueva en la ciudad aún no cuenta con los servicios de pavimento y banquetas. En la zona se encuentra la planta tratadora de aguas residuales Santa Bárbara, el panteón municipal jardines de la paz, el hospital general regional Dr. Pedro Daniel Martínez, su principal vía de acceso es la Avenida San Francisco la cual conecta la colonia con el Libramiento Orienta de la ciudad.

# CAPÍTULO 1

## URBANIZACIÓN

En el presente capítulo se abordará el concepto de urbanización, así como lo referente a la normatividad para la urbanización, la topografía y la mecánica de suelos.

### 1.1.- Urbanización.

“El urbanismo tiene como fin la modelación y remodelación de las ciudades, por lo cual es el estudio de las ciudades enfocado a lograr el diseño del ámbito espacial donde se desenvuelven las actividades sociales del hombre.” (Ducci; 1989, 5)

De acuerdo con Ducci (1989), los terrenos o también llamados manzanas son compuestos en su mayor parte por parcelas las cuales cuentan siempre con accesos a las calles. Dentro de las manzanas se deberán contar con los servicios necesarios de agua potable, luz, alcantarillado y en algunos casos con el paso del transporte público. También se deberá contar con áreas reservadas para espacios de recreación, parques y jardines.

El urbanismo ha existido desde que el hombre empieza a vivir en ciudades y a organizar adecuadamente sus espacios, pero solo en este siglo se comenzó a utilizar la palabra urbanismo y a utilizarse de manera común. El urbanismo es utilizado para

la sociedad, de manera que se da prioridad al bienestar colectivo por encima de los intereses particulares.

El origen de la urbanización está en la existencia de puntos de atracción de actividad económica, de empleo y como consecuencia de las ventajas económicas, generando la ocupación de espacios cercanos a fuentes de empleo lo que genera una concentración la cual al no haber más espacio en él está conlleva a una expansión del territorio.

## **1.2.- Proceso de urbanización.**

El proceso de urbanización es uno de los conceptos que más se ha prestado a confusiones y comúnmente se utiliza con significados distintos. El principal problema es que la palabra urbanización se puede conocer de dos formas distintas. Una de las más comunes para las personas es la de transformar un terreno ya sea agrícola o baldío, en uno urbanizado, el cual incluya en él, los diversos servicios tales como el agua, drenaje, luz y pavimento, teniendo en cuenta todo esto se puede fraccionar para su venta y edificación. Así, se habla de urbanización cuando los promotores de bienes raíces ponen a la venta nuevos lotes con servicios.

El otro significado es más utilizado por los urbanistas, sociólogos, entre otros, y se refiere al proceso iniciado en el mundo industria, que adquirió gran rapidez en este siglo e hizo que la población del mundo se concentre cada vez más en las ciudades. Para que exista un proceso de urbanización, es necesario que la población urbana crezca a una velocidad mayor que la población total, esto empieza a ocurrir



sin interrupciones en el mundo como una de las consecuencias de la Revolución Industrial y se ha ido convirtiendo en una de las características más importantes del siglo XXI.

Al iniciarse el proceso de urbanización de un territorio, la mayoría de su población vive en el campo y se dedica a labores agrícolas, para las cuales cuenta con muy pocos servicios. A medida que se urbaniza, mayor cantidad de su población pasa a vivir en ciudades, a trabajar en labores no agrícolas y a tener acceso a servicios y productos de la economía urbana. Hasta la fecha, la urbanización se considera un proceso irreversible, es decir, lo que se urbaniza no vuelve a como anteriormente se encontraba. Los puntos tomados en cuenta para la urbanización de un territorio son:

- a) Cantidad y densidad población.
- b) Imagen o aspecto físico de la ciudad o poblado a urbanizar.
- c) Diversidad de trabajo.
- d) Factores naturales de la zona.
- e) Infraestructura con la que se cuenta.
- f) Servicios básicos de vivienda. (luz, agua, drenaje)

Teniendo en cuenta estos factores, el urbanizar un predio produce ciertos efectos y ciertas ventajas las cuales se tiene que evaluar para que la ciudad ya urbanizada sea sustentable y cuente con todo lo necesario para las personas que habitaran en ella no carezcan de los servicios principales para una buena calidad de vida. El diseño urbano ha incluido tradicionalmente elementos de decoración, embellecimiento y control del espacio, el diseño de la ciudad ha considerado

diferentes tipos de espacio: parques, jardines, monumentos, avenidas, entre otros; los cuales formen parte de la imagen urbana y sean propios de la zona formando parte de los habitantes.

### **1.3.- Consecuencias de la urbanización.**

La urbanización es muy común en los países desarrollados y en desarrollo, a medida que más y más personas tienden a acercarse a las ciudades para obtener servicios sociales y económicos, así como otros beneficios, que incluyen ventajas sociales y económicas, tales como una mejor educación, atención médica, higiene, vivienda, oportunidades de negocios y transporte.

Mucha gente se traslada a ciudades y pueblos porque ve las áreas rurales como lugares difíciles y con un estilo de vida atrasado o primitivo. Por lo tanto, a medida que las poblaciones se desplazan hacia zonas más desarrolladas, el resultado inmediato es la urbanización. Esto normalmente contribuye al desarrollo de terrenos para uso en propiedades comerciales, instituciones de apoyo social y económico, transporte y edificios residenciales. Estas actividades plantean varios problemas de urbanización, de los cuales se mencionarán algunos de los más importantes a continuación:

- a) Problemas de vivienda.
- b) Sobrepoblación.
- c) Desempleo.
- d) Problemas de drenaje y agua potable.

- e) Propagación de enfermedades.
- f) Crimen.
- g) Inundaciones.

#### **1.4.- Normatividad para el desarrollo de nuevos proyectos de urbanización.**

De acuerdo con el Código de Desarrollo Urbano del Estado de Michoacán de Ocampo, los proyectos de urbanización se basan de acuerdo a los artículos fundamentados en este. (Véase Anexo A)

#### **1.5.- Topografía.**

##### **1.5.1.- Definición de topografía.**

“Es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación”. (Montes de Oca; 1981, 1)

Desde un punto de vista general, la topografía se puede definir como una disciplina encargada de lograr una representación geométrica ya sea en una forma gráfica o analítica del espacio físico que nos rodea. El hombre desde su inicio a necesitado conocer tanto en calidad como en cantidad el entorno que rodea, ya que por sus necesidades de vivir necesita conocer los elementos que contiene para

poder aprovecharlos ya que el crecimiento desmedido de la población amerita el uso de cada espacio del medio ambiente para poder habitarlo.

De acuerdo con Montes de Oca (1981), un levantamiento topográfico es un conjunto de operaciones necesarias las cuales nos sirven para determinar las posiciones de puntos y así poderlos representar en un plano. En su mayor parte los levantamientos topográficos sirven para el cálculo de superficies y volúmenes y dar representación a las medidas tomadas en el campo mediante perfiles y planos.

### **1.5.2.- Tipos de levantamientos.**

Dentro de la topografía existen diversos tipos de levantamientos los cuales son:

- a) Levantamiento de terrenos en general. Son los encargados de marcar los linderos, localizarlos, medirlos y ubicarlos en un terreno plano.
- b) Topografía de vías de comunicación. Son los que estudian la manera de construir los caminos, ferrocarriles, canales, etc.
- c) Topografía en minas. Su objetivo general es de controlar la posición de los trabajos subterráneos y los trabajos superficiales.
- d) Levantamientos catastrales. Su principal función es la creación de ciudades, zonas urbanas y municipios.
- e) Levantamientos aéreos. Se realizan mediante fotografía, donde se utilizan principalmente los aviones o avionetas.

La topografía se basa principalmente en la geometría plana, geometría del espacio, la trigonometría y las matemáticas. Los conocimientos de estas materias se hacen necesarios de algunas cualidades, en donde se necesita la iniciativa, la habilidad para manejar los aparatos así como también saber manejar a las personas a su cargo y por último se necesita el criterio mismo para hacer el trabajo.

Dentro del levantamiento topográfico se necesita tomar en cuenta la precisión, ya que los trabajos están sujetos a errores de los aparatos de trabajo. Las equivocaciones son una gran diferencia de los errores ya que estas son provocadas por la falta de cuidado a la hora de estar trabajando. Teniendo en cuenta que existen errores por parte del equipo, se necesita buscar una manera comprobar las medidas y los cálculos ejecutados, el cual tiene por objeto encontrar equivocaciones y errores dentro del proyecto.

Realizando el levantamiento con precisión y haciendo las respectivas comprobaciones, se deben de tomar notas de campo las cuales son la parte más importante del proyecto, ya que aquí se van anotando los datos necesarios para evitar confusiones o malas interpretaciones a la hora de realizar los cálculos.

### **1.5.3.- Errores de medición.**

Dentro de la topografía el origen de los errores es muy común ya que pueden ser ocasionados por los instrumentos con los que se trabaja, por el personal con el que se está elaborando el proyecto o por la misma naturaleza ya que no deja seguir laborando en momentos.

Los errores se dividen en dos tipos de clases los cuales son:

- a) Los sistemáticos: son los ocasionados por datos mal tomados a la hora de estar trabajando, por aparatos mal graduados, mala inclinación, etc.
- b) Accidentales: son principalmente ocasionados por medidas o un ángulo mal tomado, lecturas malas, variaciones en las mediciones, etc.

“El valor más probable de una cantidad medida varias veces, es el promedio de las medidas tomadas, o media aritmética. Esto se aplica tanto a ángulos como a distancias y desniveles”. (Montes de Oca; 1981, 3)

#### **1.5.4.- Aparatos de medición en la topografía.**

Las distancias con las que se trabajan en la topografía siempre son medidas horizontales. Es decir todas las distancias horizontales contienen datos auxiliares los cuales son los ángulos verticales y las pendientes que se toman a la hora de estar midiendo un terreno.

Para tener medidas directas se utilizan los llamados longímetros o cintas de medición, las cuales pueden ser de acero, lienzo o fibra de vidrio. Estos longímetros cuentan con medidas desde los 10 metros hasta llegar una longitud de 50 metros.

El empleo de estas cintas es en medidas de distancias horizontales, inclinadas y en terreno irregular. Al empezar a medir en un terreno horizontal se van clavando estacas en el suelo para que las medidas queden más exactas. De igual manera que en el terreno horizontal, al medir también se va tomando los ángulos de cada punto

para llegado al momento de calcular la proyección horizontal sea más fácil de realizar. Tomando en cuenta los datos anteriores, en el terreno irregular se necesita de una plomada o baliza para que los puntos o las medidas queden más exactos y a la hora de realizar el cálculo o la proyección sea más fácil.

Existen distintos tipos de aparatos para la nivelación; los sapos que son más que nada una placa de acero con tres patas de acero para fijarlos en el suelo que sirven para apoyar las miras o los estadales, las miras o estadales las cuales son reglas de madera o fibra de vidrio encargadas de dar las lecturas, los trípodes que su función principal es sostener el nivel durante las operaciones de campo.

En la actualidad existen más aparatos de medición los cuales son más usados que los longímetros ya que arrojan datos más exactos a la hora de tomar los puntos del terreno. “El principal instrumento empleado en la nivelación se conoce como nivel como nivel o equialtímetro”. (INEGI; 2009)

De acuerdo con el INEGI (2009), el nivel consta de diferentes tipos de los cuales son:

- a) Nivel fijo.
- b) Nivel basculante
- c) Nivel automático.

Al registrarse las medidas se deben de tomar en cuenta los dos dígitos después del punto ya que el tercero es un tanto dudoso y los dos primeros son las estimados o exactos, ya que el tercero es un margen de error a la hora de la toma del punto ya que varía en la persona que tiene el estadal.

### **1.5.5.- Altimetría.**

“Tiene por objeto determinar las diferencias de alturas entre puntos de terreno”. (Montes de Oca; 1981, 79)

De acuerdo con Montes de Oca (1981) es fundamental el conocimiento de la altimetría en la ingeniería ya que sirve para el trazo de vías terrestres, canales, líneas de transmisión etc. Se puede considerar que una de las principales aplicaciones de la altimetría es de poder contar con un elemento geométrico que ayude a reducir observaciones del terreno.

De acuerdo con Montes de Oca (1981), las alturas de los puntos se toman sobre planos de comparación siendo un uno el más importante el nivel del mar, a las alturas de estos puntos se les llaman cotas o elevaciones y también a veces son llamados niveles. Para tener referencias o puntos de control se eligen lugares convenientes o fijos los cuales se llaman bancos de nivel. Estos se construyen de concreto con una varilla saliente la cual define el punto y que permita usarse el estadal sobre ella para la toma de lecturas. El banco de nivel es muy importante en trabajos de nivelación directa los cuales necesitan una aproximación de milímetros.

Según Montes de Oca (1981), cuando se ligan dos trabajos separados hechos por planos de diferente nivel, se tomará para cada uno un banco de nivel resultando para estas dos cotas, una para cada plano.

“Superficie de nivel, es la que, si se mueve un cuerpo sobre ella, la gravedad no ejecuta ningún trabajo, es decir, en todos sus puntos es normal a la dirección de la gravedad”. (Montes de Oca; 1981, 80)



Las diferencias de las alturas y la determinación de las cotas del terreno se obtienen mediante la nivelación. La nivelación puede ser indirecta, las nivelaciones esta nivelación es la que se vale del nivel de elementos auxiliares. Dentro de esta nivelación existen errores comunes como son el no tener verticalmente el estadal, mala nota a causa de los rayos del sol, etc.

Según Montes de Oca (1981), existe también otra nivelación la cual es llamada diferencial que es la que se encarga de determinar el nivel de 2 puntos, tomando en cuenta las distancias cortas y las distancias largas, así como también las precauciones a la hora de posicionar el estadal teniendo en cuenta que se debe poner sobre los puntos fijos para poder leerlo; las nivelaciones en todo el trabajo deberán comprobarse de una nivelación a otra. La nivelación de perfil es otro tipo que existe la cual tiene por objetivo determinar todas las cotas de los puntos a distancias conocidas para así poder tener el trazo, este procedimiento es semejante al anterior mencionado siguiendo las comprobaciones e indicaciones.

Partiendo de lo dicho por Montes de Oca (1981), existen especificaciones de nivelación que se deben tomar en cuenta a la hora de hacer el proyecto. La precisión en los trabajos depende mucho del equipo que se utilice, la temperatura de la zona donde se esté trabajando afecta al estadal y al equipo pudiendo arrojar lecturas no muy precisas, se recomienda hacer la nivelación cuando el día este parcialmente nublado y el más importante para que la nivelación concuerde con todo, es que el observador que empieza el proyecto es el mismo que lo tiene que terminar, ya que el método que se emplea para trabajar es distinto a otro observador.

## **1.5.6.- Tipos de mediciones.**

### **1.5.6.1.- Poligonación.**

“La poligonación es un método de posicionamiento horizontal ampliamente empleado en la actualidad, sobre todo por la facilidad y alta precisión con la que se pueden medir distancias con los nuevos equipos electrónicos y la alta confiabilidad en la determinación de ángulos”. (INEGI; 2009)

Según el INEGI (2009), la poligonación es la medición de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se van determinando a través de la medición el campo.

#### **1.5.6.1.1.- Poligonal cerrada.**

Son aquellas líneas que empiezan y terminan en un mismo punto, formando un polígono cerrado.

#### **1.5.6.1.2.- Poligonal abierta.**

Dentro de las poligonales existen las cerradas pero abiertas analíticamente que constan en un vértice que forma parte de un lado de control conocido, y termina en otro con esas mismas características; las poligonales abiertas geométricamente y analíticamente que son las líneas sin puntos de control las cuales son imposibles de comprobar su calidad.

## **1.6.- Mecánica de suelos.**

### **1.6.1- Suelos: origen y formación.**

“El globo terrestre está constituido, primeramente, por un núcleo formado predominantemente por compuestos de hierro y níquel. Se considera, al presente, que la densidad media de este núcleo es considerablemente superior a la de las capas ms superficiales; también puede deducirse, del estudio de transmisión de ondas sísmicas a su través, que el núcleo carece de rigidez y esta característica ha inducido a la mayoría de los investigadores a juzgarlo como un fluido”. (Badillo; 2002: 33)

De acuerdo con Juárez Badillo (2002), se dice que en este manto se encuentra la corteza terrestre, la cual es una capa que va disminuyendo hacia la superficie, la cual está formada en mayor parte por silicatos. Cuenta con un espesor promedio de entre 30 y 40 kilómetros, constituida en su mayor parte por masas heterogéneas cubiertas por océanos.

#### **1.6.1.1- Suelo.**

“Suprayaciendo a la corteza terrestre propiamente dicha, existe una pequeña capa, formada por la disgregación y descomposición de sus últimos niveles; esta pequeña patina del Planeta, es el suelo”. (Juárez Badillo; 2002: 33)

Según Juárez Badillo (2002), se cree que el suelo es agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, pero en realidad es una organización definida con diferentes propiedades vectoriales. El suelo consta de diferentes interpretaciones, es decir, para

un ingeniero agrónomo, el suelo es una parte superficial de la tierra en la cual se puede sustentar la vida vegetal, para un geólogo, es el suelo que se encuentra contenido en materia orgánica sobre toda la superficie, pero esta definición está mal para lo que es la ingeniería ya que el suelo cuenta con diferentes tipos de materiales transportados. La palabra suelo representa cualquier tipo de material con tierra, el cual puede ser desde un relleno hasta las arenas esparcidas y cementadas.

### **1.6.2.- Agentes generadores de suelo.**

Los principales factores que atacan a la corteza terrestre son el agua y el aire, los cuales tienen sustancias de acción sumamente variados. Dentro de estas sustancias pueden encontrarse dos grupos los cuales son los de desintegración mecánica y descomposición química.

“El término desintegración mecánica se refiere a la intemperización de las rocas por agentes físicos, tales como los cambios periódicos de temperaturas” (Juárez Badillo; 2002: 34). Este fenómeno ocasiona que las rocas lleguen a formarse en arenas, limos o en casos muy especiales arcillas.

Según Juárez Badillo (2002), la descomposición química es la cual los agentes toman acción modificando a las rocas es su constitución mineralógica, el principal agente que ataca a las rocas es el agua. Los efectos químicos que tiene a la vegetación son los que juegan un papel los cuales no producen arcilla. La mayoría de los suelos deben por su origen una gran variedad de causas las cuales dan como resultado una inmensa cantidad de tipos de suelos.

### **1.6.3.- Relaciones volumétricas y gravimétricas en los suelos.**

Tanto el suelo como el agua cuentan con tres fases que lo componen las cuales son las fase sólida, líquida y gaseosa, donde la capa sólida está formada por muchas partículas minerales, la líquida por cierta cantidad de agua y la gaseosa por aire de los cuales pueden ser diversos tipos de vapores. “La fase líquida y gaseosa del suelo suelen comprenderse en volumen de vacíos, mientras que la fase sólida constituye en el volumen de los sólidos”. (Juárez Badillo; 2002: 51)

De acuerdo con Juárez Badillo (2002), los suelos totalmente saturados son aquellos que tienen todos sus vacíos ocupados por agua, este tipo de suelo contiene dos tipos de fases la líquida y sólida. Además de tener agua, los suelos contienen materia orgánica de la cual predominan residuos vegetales en su mayoría descompuestos. Estos elementos son muy importantes en suelo pero a la hora de pesarlos, no se deben de considerar ya que tienen propiedades distintas del suelo mismo. Dentro de los laboratorios de mecánica de suelos es donde se puede determinar el peso de cada muestra de suelo en las distintas fases que se pueda encontrar. Determinando sus pesos se deben obtener resultados sencillos y prácticos para así poder medir algunas otras magnitudes de ellos.

### **1.6.4.- Granulometría del suelo.**

Según Juárez Badillo (2002), desde que se iniciaron las investigaciones de los suelos se creía que las propiedades mecánicas dependían de cómo se distribuían las partículas según sus tamaños, solamente en los suelos gruesos, los cuales su

granulometría se puede determinar por mallas las cuales arrojan con más exactitud las propiedades físicas del material. Los suelos finos están compuestos por propiedades mecánicas e hidráulicas debido a su estructuración e historia geológica, estudiando sus métodos para su determinación granulométrica que es uno de los métodos más importantes.

#### **1.6.5.- Plasticidad.**

“Se sabe que todos los materiales, inclusive los más rígidos de la naturaleza son deformables, existiendo cuerpos con comportamiento elástico (o aquellos que al aplicarles una carga sufren deformación con tendencias o posibilidades de recuperar su forma) o bien con comportamiento plástico (cuerpos a los que al aplicarles una carga no recuperan la forma original cuando esta se les retira). Así pues, se conoce como plasticidad de un cuerpo a la capacidad o propiedad de un material por lo cual es capaz de soportar deformaciones sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse”. (Arias; 2007, 50)

De acuerdo con Arias (2007), hoy en día se han desarrollado diversos criterios para medir la plasticidad de las arcillas, el método más aplicado es el de Atterberg quien dijo que la plasticidad en las arcillas no es una propiedad permanente, el cual lo explica mediante la siguiente tabla:

ESTADO DE CONSISTENCIA	LIQUIDO	SEMILQUIDO	PLASTICO	SEMISOLIDO	SOLIDO
Propiedades y Carácter del Suelo	Suspensión	Comportamiento de un fluido viscoso	Comportamiento plástico	Disminución del volumen al perder humedad (contracción)	No disminuye volumen al secarse
		Limite Liquido (LL)	Limite Plástico (LP)		Límite de Contracción (LC)
			Índice de Plasticidad		
			$I_p = LL - LP$		

Tabla 1.1.- Tabla de Atterberg.

Fuente: Arias; 2007, 50.

Partiendo de lo de dicho con Arias (2007), Atterberg estableció condiciones llamándolas límites de consistencia siendo las más importantes el límite líquido llamado así por la cantidad de agua que tiene un suelo fino; límite plástico es el contenido de agua por sección en el suelo y el límite de contracción que es cuando el suelo empieza a perder agua y su volumen normalmente disminuye. Existen también los límites de Atterberg los cuales se entiende mejor mediante la siguiente tabla:

LÍMITES DE ATTERBERG		
Estado	Descripción	Límite
Líquido	Una pasta: sopa de guisantes a mantequilla blanda: un líquido viscoso	Limite liquido (LL)
Plástico	Mantequilla blanda o masilla dura; se deforma pero no se agrieta	Limite plastico (LP)
Semisolido	Queso; se deforma permanentemente, pero se agrieta	Limite de retraccion o contraccion (LC)
Sólido	Caramelo duro; falla completamente al deformarse	

Tabla 1.2.- Límites de Atterberg.

Fuente: Arias; 2007, 52.

### 1.6.6.- Carta de plasticidad.

La carta de plasticidad fue creada por Casagrande, quien comenzó ubicar sus características mediante el límite líquido y el índice de plasticidad así sabiendo el comportamiento de los suelos, la carta de plasticidad es la siguiente:

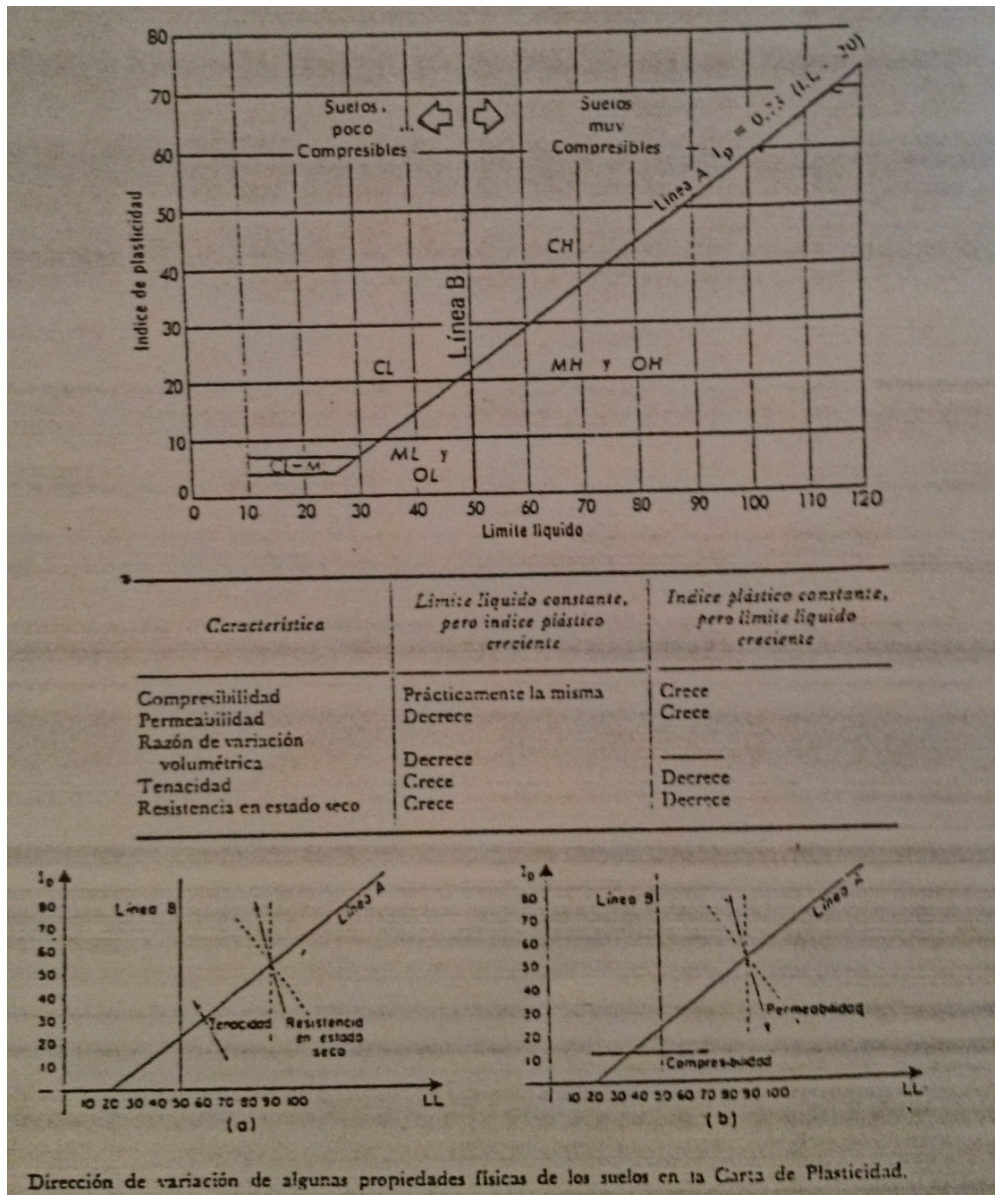


Imagen 1.1.- Carta de Plasticidad.

Fuente: Arias; 2007, 53.



### 1.6.7.- Clasificación de los suelos.

Citando a Arias (2007), existen antecedentes sobre la necesidad de la mecánica de suelos de que debe haber unos sistemas que clasifique cada suelo conforme a un criterio dependiendo de las cualidades que posea. A. Casagrande fue uno de los creadores del sistema unificado de clasificación de suelos el cual es representado por las siglas SUCS el cual distingue los suelos finos de los gruesos mediante un proceso en el cual el suelo tiene que pasar por ciertas mallas. Dentro de los suelos existen distintos tipos los cuales se representan con las letras mayúsculas las cuales son las iniciales de los nombres ingleses de estos suelos, las típicas son:

a) Tipos de suelos:

<b>SIMBOLO</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
G	Gravas
S	Arenas y suelos arenosos

Tabla 1.3.- Simbología de suelos.

Fuente: Arias; 2007, 68.

b) Calidad del material:

<b>SIMBOLO</b>	<b>CARACTERISTICA</b>
W	Material limpio de finos, bien graduado
P	Material limpio de finos, mal graduado
M	Material con finos no plásticos
C	Material con finos plásticos

Imagen 1.4.- Simbología de calidad.

Fuente: Arias; 2007, 68.

c) División de suelos.

<b>SIMBOLO GENERICO</b>	<b>MATERIAL</b>
M	Limos inorgánicos
C	Arcillas inorgánicas
O	Limos y arcillas orgánicas

Imagen 1.5.- Tipos de suelos.

Fuente: Arias; 2007, 69.

De acuerdo con Arias (2007), este sistema es el más utilizado en ingeniería y la geología ya que es el encargado de clasificar el suelo en tamaño y textura para poder saber qué tipo es y en clasificación ubicarlo, a continuación se muestra la tabla del SUCS:

## Sistema USCS de Clasificación de Suelos

IDENTIFICACION EN EL CAMPO		SIMBOLO DEL GRUPO	NOMBRES TIPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO	
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO POR EL TAMIZ # 200</b> ARENAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR EL TAMIZ # 4 GRAVAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA POR EL TAMIZ # 4	GRAVAS LIMPIAS (CON POCOS FINOS O SIN ELLOS)	<b>GW</b>	GRAVA BIEN GRADUADA, MEZCLA DE GRAVA Y ARENA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 4 ; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 3  NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW  LIMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O IP MENOR QUE 4 CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 6 ; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 3  NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW  LIMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O IP MENOR QUE 4 CASOS LIMITES QUE REQUIEREN EL USO DE SIMBOLOS DOBLES	DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA A PARTIR DE LA CURVA GRANULOMETRICA SEGUN EL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: MAS DEL 5% MENOS DEL 5%
	GRAVAS CON FINOS APRECIABLE (CON POCOS FINOS APRECIABLES DE FINOS)	<b>GP</b>	GRAVAS MAL GRADUADAS, MEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS		
	GRAVAS CON FINOS APRECIABLES (CON POCOS FINOS APRECIABLES DE FINOS)	<b>GM</b>	GRAVAS LIMOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO		
	GRAVAS CON POCOS FINOS APRECIABLES (CON POCOS FINOS APRECIABLES DE FINOS)	<b>GC</b>	GRAVAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA		
<b>SUELOS DE GRANO FINO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ # 200</b> ARENAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR EL TAMIZ # 4 GRAVAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA POR EL TAMIZ # 4	ARENAS CON FINO APRECIABLE (CANTIDAD DE FINOS)	<b>SW</b>	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA A PARTIR DE LA CURVA GRANULOMETRICA SEGUN EL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUE: MAS DEL 12% MENOS DEL 12%	
	ARENAS CON POCOS FINOS APRECIABLES (CON POCOS FINOS APRECIABLES DE FINOS)	<b>SP</b>	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS		
	ARENAS CON POCOS FINOS APRECIABLES (CON POCOS FINOS APRECIABLES DE FINOS)	<b>SM</b>	ARENAS LIMOSAS, MEZCLAS DE ARENA Y LIMO MAL GRADUADAS		
	ARENAS CON POCOS FINOS APRECIABLES (CON POCOS FINOS APRECIABLES DE FINOS)	<b>SC</b>	ARENAS ARCILLOSAS, MEZCLAS MAL GRADUADAS DE ARENAS O ARCILLAS		
MÉTODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40					
<b>SUELOS DE GRANO FINO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ # 200</b> LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50 LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (A LA DISGREGACION)	<b>ML</b>	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLAS CON LIGERA PLASTICIDAD	UTILICE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO INDICADAS EN LA COLUMNA DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO	<b>LINEA A: Ip = 0.73(WL - 20)</b> 
	DILATANCIA (REACCION A LA AGITACION)	<b>CL</b>	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS		
	RAPIDA A LENTA	<b>OL</b>	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD		
	NULA A MUY LENTA	<b>MH</b>	LIMOS INORGANICOS, SUELOS LIMOSOS O ARENOSOS FINOS MICACEOS O CON DIATOMEAS, LIMOS ELASTICOS		
	NULA	<b>CH</b>	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD ELEVADA, ARCILLAS GRASAS		
	MEDIA A ALTA	<b>OH</b>	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA		
MÉTODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40					
<b>SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS</b> FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA.	TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO)	<b>Pt</b>	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		

Imagen 1.2.- Tabla del SUCS.

Fuente: Arias; 2007.

El conocimiento correcto de los diferentes tipos de suelos que existen en la tierra, ayuda a realizar una obra de calidad, ya que al saber el tipo de suelo se pueden disminuir costos de obra y saber qué tipo de material o maquinaria utilizar dependiendo del proyecto que se esté ejecutando.

## CAPÍTULO 2

### ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE

En el presente capítulo se abordará el concepto de alcantarillado sanitario y agua potable, así como las características y partes que los componen de acuerdo al tipo de obra.

#### **2.1.- Alcantarillado sanitario.**

“Un sistema de alcantarillado sanitario está integrado por todos o algunos de los siguientes elementos: atarjeas, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas servidas podrá ser, previo tratamiento, desde un cuerpo receptor hasta el reúso o la recarga de acuíferos, dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio”. (CNA; 2009, 1)

De acuerdo con la CNA (2009), para el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, se deben plantear diferentes alternativas de acuerdo al nivel de la obra, en los cuales se deben tomar en cuenta los aspectos constructivos y los costos que vallan de acuerdo a su funcionamiento y durabilidad. El periodo de diseño de dicho sistema se deberá establecer de acuerdo a la magnitud del proyecto y a los lineamiento establecidos por las autoridades correspondientes donde se esté ejecutando.

## **2.2.- Tipos de alcantarillado sanitario.**

“La recolección de aguas en este sistema puede ser de 3 tipos diferentes: alcantarillado de aguas de lluvia, compuesto de las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de agua de lluvias, alcantarillado de aguas residuales, sistema que se encarga de la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales y el alcantarillado combinado que consta de la recolección y transporte tanto de las aguas residuales como las de lluvia”. (CNA; 2007, 1)

Según la CNA (2007), los sistemas de alcantarillado sanitario suelen ser convencionales y no convencionales, estos han sido altamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas de tuberías de grandes dimensiones los cuales permiten una flexibilidad a la hora de la operación, sus parámetros se ven reflejados en cuantos a la densidad de la población y su mantenimiento. Los sistemas de alcantarillado no convencionales son utilizados en un saneamiento básico en poblaciones de bajos recursos que tienen sistemas poco flexibles y que están de acuerdo a las limitaciones que estos puedan tener.

Los sistemas convencionales están divididos en alcantarillado separado y combinado, el primero independiza las aguas pluviales de las residuales, es decir, un sistema de tuberías transporta los desechos de las industrias y las casas mientras que otro transporta la descarga provocada por las lluvias; y los combinados como su nombre lo dice, mezclan los desechos de industrias y lluvia, en una sola tubería.

Los sistemas de alcantarillado no convencionales están clasificados en alcantarillado simplificado, el cual es un sistema que se diseña teniendo en cuenta la reducción de diámetros y distancias entre los pozos para su mejor mantenimiento; el alcantarillado condominal, es aquel que recoge las aguas de un pequeño grupo de viviendas no menor a una hectárea y este mismo las conduce a un alcantarillado convencional ya antes mencionado y por último el alcantarillado sin arrastre de sólidos o también conocido como alcantarillado a presión, este es utilizado para eliminar los sólidos a un tanque receptor y el agua es mandada a una planta de tratamiento .

El tipo de sistema de alcantarillado que se utilice se deberá elegir de acuerdo a las características topográficas, tamaño y dimensión del proyecto, según sea necesario en la zona estudiada para la elaboración del proyecto.

### **2.3.- Componentes de un Sistema de Alcantarillado.**

Una red de alcantarillado está compuesta por elementos certificados tales como son las tuberías, anillos y obras accesorias; dentro de estas se contemplan las descargas domiciliarias, pozos de visita y cruces especiales. La vida útil de los elementos que componen a una red de alcantarillado es de no más de 50 años.

“Todos los elementos que conforman la red de alcantarillado sanitario y su instalación deben cumplir con la norma oficial mexicana NOM-001-CONAGUA-1995 Sistema de alcantarillado sanitario – Especificaciones de hermeticidad”. (CNA; 2009, 12)

Según la CNA (2009), cuando los elementos que componen a red de alcantarillado sanitario carezcan de la norma mexicana, estos deberán cumplir con las especificaciones internacionales de su país de origen.

#### **2.4.- Tipos de tuberías.**

La tubería dentro de un sistema de alcantarillado está compuesta a base de conexiones y tubos acoplados mediante una unión hermética, la cual permite la correcta conducción de las aguas residuales. Para elegir correctamente la tubería para un sistema de alcantarillado sanitario es necesario conocer la resistencia magnética y estructural, su durabilidad, facilidad de manejo, mantenimiento e instalación entre otros. Dentro del sistema de alcantarillado, existen diversos tipos de fabricación de tuberías, las cuales son utilizadas dependiendo la zona o el tipo de suelo en donde se ejecutara el proyecto.

Para la correcta elección de tuberías intervienen varios factores, entre los primeros se encuentra la adquisición y la disponibilidad de tuberías, ya que algunas debido a sus diámetros o especificaciones sus tiempos de elaboración y entrega son de lapsos muy grandes afectando así el progreso y tiempo de la obra, otra es el costo de instalación, ya que ciertas tuberías cuentan con un tipo de instalación especializado el cual afecta en el costo.

Dentro de la elaboración de tuberías existen diferentes adaptadores que hacen compatibles todos los tipos de tuberías con el fin de que la unión de estas sea más fácil así como también su mantenimiento y dando la continuidad del flujo ya sea



de agua o desechos sin modificar ni añadir sabores, olores y evitando la infiltración de sustancias tóxicas provenientes del suelo.

#### **2.4.1.- Tubería de acero.**

Son muy poco utilizadas en los sistemas de alcantarillado sanitario, ya que su costo tanto de producción e instalación es elevado por que se une un tubo con otro mediante soldadura y también se le da un tratamiento anticorrosivo por la parte exterior ya que en la mayoría de los casos, estas tuberías tienden a estar superficiales.

#### **2.4.2.- Tubería de concreto reforzado.**

Esta tubería está compuesta principalmente de agregados, cemento, acero y agua. Estos son fabricados dependiendo los requerimientos del proyecto, ya sea, con armazón o sin armazón. Son muy comunes ya que su fabricación puede ser en el lugar de la obra, ya que ahí se cuenta con los materiales necesarios para su correcta elaboración y ahí se determina el diámetro necesario según el proyecto.

Su instalación es simple, ya que cuenta con un anillo de huele en la parte llamada campana que hace que su instalación sea más fácil. Son mayormente utilizados en líneas de conducción ya que debido a su elaboración de gran tamaño pueden conducir un gran caudal.

### **2.4.3.- Tubería de PVC.**

Es el sistema de tubería más utilizado en tanto en pequeñas poblaciones como las grandes para la construcción de una red de alcantarillado sanitario, ya que se cuenta con una variedad de diámetros y su instalación es muy simple. Cuentan con más ventajas en comparación a otras tuberías, ya que son más herméticas y resisten más la corrosión, flexibles y fáciles de manipular dentro de la zona que se está trabajando y también no alteran o modifican los residuos que se transporta.

También se cuenta con desventajas tales como que su resistencia es menor comparados con la tubería de acero y que al ser expuestas a los rayos del sol pueden deteriorar y hasta disminuir su resistencia y tiempo de vida.

### **2.4.4.- Tuberías de polietileno.**

Se sabe que las tuberías de polietileno son fabricadas de acuerdo a las normas mexicanas ya que son utilizados para la conducción de agua potable, riego, alcantarillado sanitario y el transporte de desechos industriales. Son clasificados en tres tipos de acuerdo a la densidad de la materia con que son elaborados es decir, tubos de polietileno de baja, media y alta densidad esto se debe a la capacidad de carga soportada por cada tubo.

De estos tres tipos que existen la densidad recomendada para la instalación de un sistema de alcantarillado o una red de distribución de agua potable es el de alta densidad por su capacidad de carga que tiene, estas tuberías cuenta las mismas ventajas que la tubería de PVC pero, tiene sus propias ventajas tales como son la

termofusión esta se logra aplicando calor utilizando las herramientas específicas asegurando una mejor unión. Cuentan con una mayor durabilidad a la intemperie que ronda alrededor de los 15 años y una vida útil estando enterrado de 50 años.

## **2.5.- Obras accesorias.**

“Tienen como objetivo fundamental el determinar las estructuras que se utilizan comúnmente en los sistemas de alcantarillado sanitario y pluvial como son las descargas domiciliarias, estructuras en la conducción (pozos de visita, cajas unión y de disipación de energía), tapas, coladeras, estructuras de descarga, sifones; entre otros, con el fin de brindar al proyectista los elementos necesarios para la elaboración de proyectos de alcantarillado”. (CNA; 2007, 1)

De acuerdo con la CNA (2007), las características de las obras accesorias son utilizadas de acuerdo a la complejidad del proyecto, ya que su instalación ayuda para el correcto mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado ya sea sanitario o pluvial, dentro de las cuales cada una tiene su función específica.

### **2.5.1.- Descargas domiciliarias.**

La descarga domiciliaria también conocida como albañal exterior, es una estructura hecha a base de tubería en su mayor parte de PVC, la cual tiene como función el desalojo de las aguas residuales de un domicilio hacia la red urbana municipal. Su descarga inicia en un registro ubicado en el interior de la propiedad, el

cual se encuentra sellado con una tapa de concreto la cual impide que salgan los malos olores.

Su elaboración se recomienda que el tubo tenga una profundidad de 90 centímetros sobre el lomo del tubo hacia la atarjea; la atarjea es la conexión al tubo que conduce las aguas residuales, la descarga o albañal es conectado al sistema de alcantarillado con una pendiente del 2% o 1% con ángulos de 45° comprobando que su conexión sea hermética y tenga la pendiente para que los desechos no se queden en la tubería y fluyan de manera adecuada hacia la red de alcantarillado sanitario.

Existen diferentes materiales con los cuales se elaboran las tomas domiciliarias, los más comunes son con tuberías de PVC, concreto y polietileno, para todas estas tuberías existen conexiones que permiten realizar la descarga a la red principal, ya sea una red nueva o existente.

## **2.6.- Pozos de visita.**

“Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de Alcantarillado, se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente, así como para las ampliaciones o reparaciones de las tuberías incidentes (de diferente material o tecnología.)”. (CNA; 2009, 49)

De acuerdo con la CNA (2009), gran parte de los pozos de visita pueden ser prefabricados o en su mayor parte siempre son construidos en el sitio de la obra,

debido a que los terrenos donde se ejecutan los proyectos de alcantarillado sanitario suelen ser irregulares por eso se toma la construcción en el lugar de la obra.

### **2.6.1.- Pozos de visita prefabricados.**

Citando a la CNA (2009), la construcción de pozos de visita prefabricados lleva diferentes tipos de materiales, tales como, polietileno, concreto, fibra de vidrio, entre otros. Sin importar la composición de su estructura debe de asegurar la hermeticidad tanto de su estructura como la de las uniones de la tubería con el pozo de visita. Este tipo de pozo se entregan en el lugar de la obra dependiendo de su tamaño ya sea que se necesite en partes o toda la estructura completa, la unión de estos pozos con la tubería se hace mediante un sistema de unión con campana que hace más fácil la conexión con el tubo. Cuando se requieren pozos de visita prefabricados en material de concreto las perforaciones y conexiones se hacen desde fábrica.

### **2.6.2.- Pozos de visita contruidos en el sitio de la obra.**

Este tipo de pozos comúnmente utilizan tabique o tabicón, concreto reforzado o mampostería. Cuando se elaboran con tabique su espesor mínimo se considera de 28 centímetros sin importar a la profundidad que se construya, su base se elabora de un concreto con una resistencia de  $F'c = 250 \text{ Kg/Cm}^2$ , armado con acero de refuerzo con un espesor mínimo de 15 centímetros. Terminado el pozo se aplana tanto su

exterior como el interior esto se hace para prevenir filtraciones, para su conexión con la red de alcantarillado sanitario se utilizan magnas de neopreno.

## **2.7.- Descripción de los pozos de visita.**

### **2.7.1.- Pozos de visita comunes.**

Estos tipos de pozos son elaborados en forma de chimenea cilindra en su parte inferior y en la superior en forma de tronconica, son construidos sobre una base compactada de 10 centímetros de espesor cuando el terreno es firme, cuando es suave se realiza una plantilla de concreto armado para asentar la construcción del pozo, este tipo de pozos tiene un diámetro interior de 1 metro, los cuales son utilizados para unir tuberías de hasta 76 centímetros (30 pulgadas). En su interior es construido un sistema llamado media caña que se encarga de dar la continuidad al flujo de las tuberías.

### **2.7.2.- Pozos de visita especiales.**

Son elaborados de forma similar que los pozos comunes salvo que su base es de diámetro mayor para soportar tuberías mayores a los 76 centímetros, están divididos dos tipos; el tipo 1 su diámetro interior es de 1.07 metros soportando tuberías de 1.22 metros y el tipo 2 su diámetro interior es de 2.0 metros teniendo una capacidad de albergar tuberías de 1.50 metros.

## **2.8.- Seguridad al revisar un pozo de visita.**

Para la introducción de personal dentro de los accesorios que lleva un sistema de alcantarillado sanitario es decir los pozos de visita, se debe monitorear la atmosfera dentro del espacio, checando los niveles de oxígeno y de sustancia toxicas que pueden ser provocadas por los desechos que transportan las tuberías. Para acceder al pozo de vista que se va a revisar, es necesario destapar un pozo anterior para facilitar la ventilación o también se puede utilizar un sistema de extracción de aire, combinados estos reducen el riesgo y es más fácil la inspección.

El trabajador que ingresa al pozo de visita debe de estar adecuadamente vestido, es decir debe de portar su casco, botas de trabajo, arnés esto de tal manera que si sucede un accidente la persona pueda ser retirada con facilidad y rapidez en caso de una emergencia. Se debe contar con personal de apoyo en la cercanía del pozo, no se debe de hacer una inspección o limpieza estando una sola persona, ya que los riesgos de un accidente por ser altos.

## **2.9.- Estaciones de bombeo.**

“Son instalaciones integradas por infraestructura civil y electromecánica, destinadas a transferir volúmenes de aguas residuales crudas o tratadas de un determinado punto a otro ubicado a mayor elevación, para satisfacer ciertas necesidades”. (CONAGUA; 2009, 61)

De acuerdo con la CONAGUA (2009), las instalaciones electromecánicas y civiles básicas de una estación de bombeo son:

- a) Cárcamo de Bombeo: es una estructura donde descarga la red de alcantarillado que puede ser de aguas residuales o tratadas, en la cual se instala los equipos electromecánicos para bombear el agua a un nivel deseado.
- b) Subestación Eléctrica: son un conjunto de elementos donde se instalan todas las características de energía eléctrica que permiten el funcionamiento en el cárcamo de bombeo.
- c) Equipo de bombeo: es un elemento encargado de transferir el agua llegada al cárcamo de bombeo, hasta el nivel o lugar que se desea. Cuando se requiere bombear aguas residuales se instalan bombas inatascables, las cuales pueden ser operadas con líquidos que contengan sólidos no mayores a 1”.
- d) Motor Eléctrico: es la maquina encargada de transformar toda la energía eléctrica a energía mecánica.
- e) Controles Eléctricos: son dispositivos encargados en el arranque y paro del motor, que dentro de ellos proveen la protección eléctrica para evitar los daños por sobre cargas.
- f) Arreglo de Descarga: es un sistema de fontanería con dispositivos de apertura capaz de seccionar, facilitando el manejo hidráulico del sistema de bombeo.
- g) Equipo de Maniobras: son grúas cuya función es cumplir satisfactoriamente los requerimientos de manipulación, transporte e instalación de los equipos que requiere la estación de bombeo tales como las bombas, motores, válvulas, etc.



## **2.10.- Uso del agua potable.**

“El agua es un elemento esencial para la vida, por lo que las antiguas civilizaciones se ubicaron a lo largo de los ríos. Más tarde, los avances técnicos le permitieron al hombre transportar y almacenar el agua, así como extraerla del subsuelo. Gracias a esto los asentamientos humanos se han esparcido lejos de ríos y de otras fuentes superficiales de agua”. (CNA; 2012, IX)

Citando a la CNA (2012), el uso del agua en las poblaciones ha ido incrementando debido al crecimiento de la población y a sus diversos usos tales como, el consumo humano, limpieza e alimentario. Para dar un buen uso del agua potable es necesario tener un buen abastecimiento de agua potable, el cual su función es proveer de agua a las localidades urbanas y rurales en volúmenes suficientes, con la presión y la calidad necesaria para su uso diario.

La creación de un sistema de abastecimiento de agua debe de estar compuesto por una captación, almacenamiento, tratamiento, conducción y bombeo, teniendo esos factores en cuenta, se puede empezar a reunir las aguas provenientes de ríos, manantiales y depósitos subterráneos, para dar adelante el proceso para que la calidad del agua sea la óptima requerida para su correcta distribución.

## **2.11.- Red de distribución.**

De acuerdo con la CNA (2012), las redes de distribución están compuestas por tubos, accesorios y estructuras capaces de conducir el agua a tanques de servicio los cuales en su caso son los encargados de llevar mediante este mismo

sistema el agua a la toma domiciliaria. Este sistema siempre debe de estar en correcto funcionamiento todo el tiempo teniendo en cuenta que se debe de mantener la calidad y presión del agua para su correcto funcionamiento.

## **2.12.- Clasificación de redes de distribución.**

La mayor parte de las obras que se hacen en las redes de distribución de las ciudades son para mejorar o para ampliar las redes que ya existen; solamente una pequeña proporción son para dar servicio a zonas nuevas o aisladas. Por lo tanto, se requieren dos tipos de proyectos: de rehabilitación y nuevos. Los proyectos de rehabilitación se hacen cuando se debe modificar una parte de la red para mejorar su funcionamiento hidráulico, o bien, cuando cambios en el uso del suelo o ampliaciones en la zona de servicio obligan a incrementar la capacidad de la red de distribución. Los proyectos nuevos se requieren cuando se debe dar servicio por primera vez a una zona o cuando es necesario hacer una ampliación a una red existente, la cual, por su magnitud en proyecto, ya no puede catalogarse como una rehabilitación.

Los esquemas básicos se refieren a la forma en la que se enlazan o trazan los tubos de la red de distribución para abastecer de agua a la toma domiciliaria de la colonia o poblado. Se tienen tres posibles configuraciones de la red las cuales son:

- a) Cerrada.
- b) Abierta.
- c) Combinada.

Antes de definir las posibles configuraciones de la red es conveniente definir qué es un circuito. Un circuito es un conjunto de tubos conectados en forma de polígono, donde el agua que parte de un punto puede volver al mismo después de fluir por la tubería que lo compone. Cuando una red es cerrada, su tubería forma al menos un circuito. La ventaja de diseñar redes cerradas es que, en caso de falla, el agua puede tomar trayectorias alternas para abastecer una zona de la red. Una desventaja de las mismas es que no es fácil localizar las fugas.

La red abierta se compone de tubos que se ramifican sin formar circuitos. Esta configuración de la red se utiliza cuando la planimetría y la topografía son irregulares y dificultan la formación de circuitos, o cuando el poblado es pequeño o muy disperso. Este tipo de red tiene desventajas debido a que en los extremos muertos pueden formarse crecimientos bacterianos y sedimentación; además, en caso de reparaciones se interrumpe el servicio más allá del punto de reparación, y en caso de ampliaciones, la presión en los extremos es baja.

En algunos casos es necesario emplear ramificaciones en redes cerradas, es decir, se presentan ambas configuraciones; se tiene entonces, una red combinada. Cabe destacar que la configuración de la red se refiere a la red primaria, que es la que rige el funcionamiento de la red. Pueden darse casos de redes abiertas con tubería secundaria formando circuitos; sin embargo, la red se considera abierta.

## **2.13.- Componentes de una red de distribución.**

“Una red de distribución se compone de tuberías, piezas especiales (agrupadas en cruceros), válvulas de diversos tipos, hidrantes contra incendio y públicos (en pequeñas localidades), tanques de regulación, rebombes y accesorios complementarios que permiten su operación, así como su mantenimiento”. (CNA; 2012, 11)

De acuerdo con la CNA (2012), las partes para una red de distribución son en su totalidad piezas prefabricadas, a su diferencia con las piezas que son utilizadas en una red de alcantarillado sanitario, ya que algunas de estas pueden ser fabricadas en sitio de la obra.

### **2.13.1.- Tuberías.**

Las tuberías son un sistema de ensamble mediante tubos los cuales permiten la conducción de un fluido. Para la selección de tuberías se debe tomar en cuenta ciertas características tales como su durabilidad, economía, conducción, la conservación de la calidad del agua, entre otras. Los tipos de tuberías utilizados en las redes de distribución de agua potable son los mismos que se utilizan en la red de alcantarillado sanitario, salvo por un tipo que en esta red es omitido y es la tubería de concreto.

### **2.13.2.- Piezas Especiales.**

Se llaman piezas especiales a todos aquellos accesorios de tubería que permiten las ramificaciones, cambios de direcciones, intersecciones, conexiones de la tubería pudiendo variar entre si diferentes diámetros. También son las que permiten la inserción de válvulas y la instalación con las estaciones de bombeo. Existen una gran variedad de piezas especiales y de diversos materiales de fabricación, tales como el hierro fundido, PVC, polietileno, acero, así como juntas mecánicas, empaques y tornillos. Los fabricantes de las tuberías son los que ofrecen estos productos para que los tubos puedan ser unidos.

### **2.13.3.- Válvulas.**

“Las válvulas son dispositivos mecánicos que son empleados para detener, iniciar o controlar las características del flujo en conductos a presión. Pueden ser accionadas manualmente o por medios automáticos o semiautomáticos”. (CNA; 2012, 24)

Citando a la CNA (2012), las válvulas permiten el aislamiento de ciertos tramos de tramos de tubería, cumpliendo la función para poder realizar los mantenimientos y reparaciones necesarios. También permiten drenar tuberías, tanques de almacenamiento y evitar el flujo en dirección contraria. Las válvulas modernas cuentan con un cuerpo básico el cual contiene los controles necesarios (válvulas automáticas) para regular el flujo y la presión.

Existen variedades de válvulas dentro de las redes de distribución de agua potable, las cuales se pueden identificar como:

- a) Válvulas de Compuerta: estas funcionan con una palanca que mueve verticalmente en el cuerpo la misma, esta cuenta con la ventaja de que el operador de la misma pueda identificar si se encuentra abierta o cerrada. Esta solo es usada para el cierre y apertura total del flujo, no es recomendada para regular el flujo del agua.



Imagen 2.1.- Válvula de Compuerta.

Fuente: Catalogo WADE RAIN; 2017, 40

- b) Válvula de Mariposa: están diseñadas mediante una flecha que opera un disco en su interior el cual gira en el centro de la válvula. Son utilizadas como reguladora de gastos y presiones, también puede ser sustituidas en lugar de una compuerta cuando sus diámetros son grandes, ya que tiene la ventaja de ser ligeras y más baratas.



Imagen 2.2.- Válvula de Mariposa.

Fuente: Catalogo WADE RAIN; 2017, 36

- c) Válvulas de Asiento: este tipo de válvulas el elemento móvil es un cilindro, cono o esfera, en lugar de un disco, este elemento posee una perforación igual al diámetro de la tubería, por lo que requiere girar  $90^\circ$  para la abertura total a cierre o viceversa. Se emplean para regular el gasto en los sistemas de distribución.



Imagen 2.3.- Válvula de Asiento.

Fuente: Catalogo WADE RAIN; 2017, 40

d) Válvulas de Altitud: son diseñadas para controlar el nivel de agua en tanques en redes de distribución con una gran cantidad de tanques. Hay dos tipos generales las de una acción y doble acción; las primeras, permiten que el tanque se llene hasta un nivel determinado, esto se debe a que el tanque es abastecido mediante una tubería de paso con una válvula de retención la cual es accionada cuando la presión del tanque es menor a la provista siempre; mientras que las válvulas de altitud de doble acción realizan el mismo proceso que las de una acción solo que sin la válvula de retención. También son llamadas válvulas de altitud aquellas que son elaboradas con un flotador.



Imagen 2.4.- Válvula de Altitud.

Fuente: <http://www.cla-val-latinamerica.com/vlvula-flotador-01/629-p-87-l-es.html>

e) Válvulas para Admisión y Expulsión de Aire: son instaladas como su nombre lo dice para permitir la entrada y salida del aire en la red de distribución de



agua potable, evitan vacíos y bloqueos en la circulación del agua. Estas válvulas cuentan con orificios de un diámetro pequeño la cual permite que el flotador en su interior sea activado mediante la expulsión o introducción de aire. Son ubicadas en los cambios de pendientes o en tramos de gran longitud donde en su terreno existen pendientes pronunciadas.



Imagen 2.5.- Válvulas Admisión y Expulsión de Aire.

Fuente: Catalogo WADE RAIN; 2017, 35

- f) Válvulas Controladores de Presión: existe una gran variedad de válvulas controladoras de presión tales como son las reductoras de presión, sostenedoras de presión o aliviadoras de presión, anticipadoras de onda y para el control de bombas. Según sea su caso de instalación estas bombas sirven para abastecer zonas de bajos servicios, la adaptación de la demanda de agua, reducir las presiones de las tuberías, mantener el caudal de la bomba de distribución y la sincronización del motor con la bomba para un funcionamiento eficiente.



Imagen 2.6.- Válvulas Controladores de Presión.

Fuente: Catalogo WADE RAIN; 2017, 41

- g) Válvulas de Globo: constan de un disco horizontal que se acciona mediante un vástago que abre o cierra un orificio por donde circula el agua, su mecanismo está dentro de una caja de hierro fundido con extremos bridados para los diámetros grande y de rosca para los diámetros pequeños, son muy resistentes y son utilizadas para drenar tuberías



Imagen 2.7.- Válvulas de Globo.

Fuente: Catalogo WADE RAIN; 2017, 40

h) Válvulas de Retención: son también llamadas válvulas check, su funcionamiento es automático y son empleadas para evitar contraflujos, son instaladas en tuberías donde el agua se puede revertir al momento que el sistema de bombeo se detenga. Estas son las más sencillas en su instalación pero también pueden provocar ondas de presión que pueden dañar otras válvulas y la tubería misma.



Imagen 2.8.- Válvulas de Retención.

Fuente: Catalogo WADE RAIN; 2017, 36

#### **2.13.4.- Cajas de Válvulas.**

Son diseñadas para la operación de la red de agua potable, sus dimensiones se deberán definirse de acuerdo al tipo de válvula que se vaya a operar tomando en cuenta que su acceso sea fácil al igual que su salida, teniendo la amplio movimiento para la operación de dicha válvula y así como también la manipulación de herramientas para su mantenimiento y reparación.

Su construcción se define basando en el flujo vehicular de la zona así como también la reacción del terreno. Sus muros pueden ser de malla ciclónica para una válvula instalada al exterior o de mampostería o concreto armado para las válvulas instaladas debajo del arroyo vehicular. El piso de la caja de válvulas debe contener la pendiente con la que se lleva la red de distribución y su losa debe de estar diseñada para soportar la carga de los vehículos. A continuación se muestra un diseño de vista en planta y de perfil de una caja de válvulas:

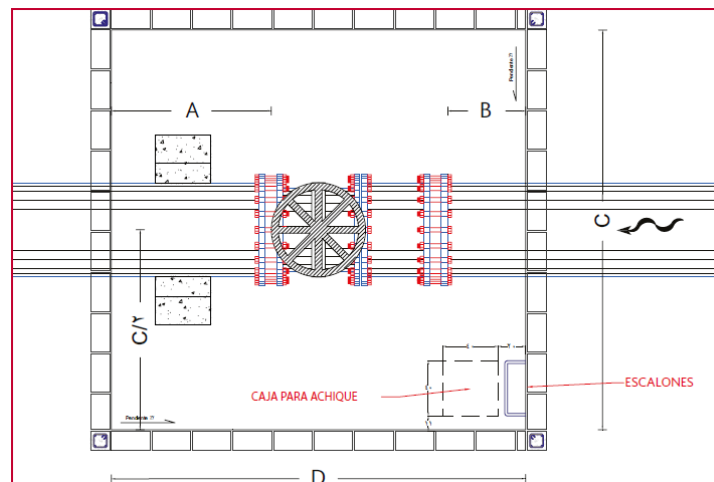


Imagen 2.9.- Caja de Válvulas (Vista en Planta).

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 33.

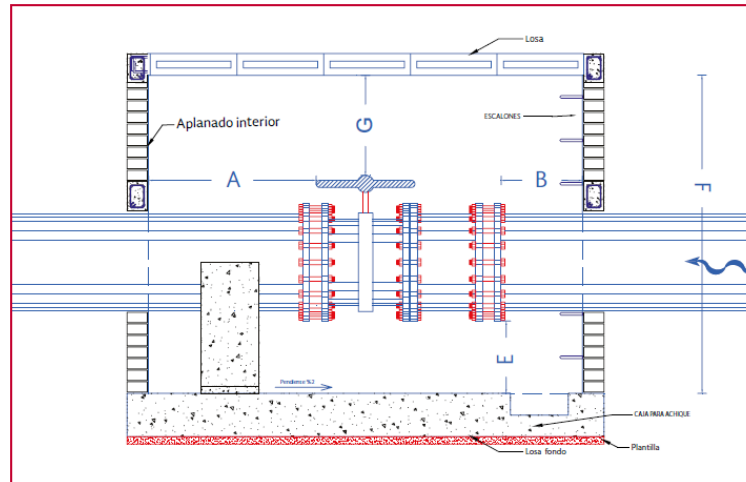


Imagen 2.10.- Caja de Válvulas (Vista en Perfil).

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 33.

### 2.13.5.- Hidrantes.

“Los hidrantes son conexiones especiales de la red que se ubican a cierta distancia, distribuidos en las calles”. (CNA; 2012, 50) De acuerdo con la CNA (2012), solo existen dos tipos de hidrantes los cuales se mencionarán a continuación:

- a) Hidrantes Públicos: son llaves comunes colocadas en pedestales de concreto o de mampostería, que pueden usarse como llaves comunitarias, ya que las pueden utilizar varias familias dependiendo de su cercanía con el hidrante. Son ubicados generalmente a distancias de 200 metros cuando la población es muy grande y a 500 metros cuando hay poca población.

b) Hidrantes Contra Incendios: son tomas especiales distribuidas en las calles a distancias relativamente cortas, de fácil acceso, con el fin de conectar mangueras para combatir incendios. Estos hidrantes son muy poco utilizados en México, ya que la práctica más común es utilizar las válvulas de desfogue para inundar el registro y sea más fácil la extracción de agua para el equipo de bomberos.

#### **2.13.6.- Tanques.**

Son sistemas de almacenamiento utilizados en la redes de distribución de agua potable, se caracterizan dependiendo su construcción como superficiales y elevados. Contienen tubos separados de entrada que es la línea de alimentación y de salida como la línea de distribución, en ellos se instalan válvulas de altitud que contengan flotador, para saber el nivel al cual deberá cerrarse.

Los tanques suelen ser diseñados y adaptados para almacenar y regular el agua. En un sistema de distribución es conveniente ubicar el tanque de almacenamiento en el centro de la zona de servicio para tener diámetros económicos en las tuberías de la red y mantener las mismas presiones en la red. Estos tanques suele disponer de capacidades para regular un abastecimiento constante en una zona de servicio, el uso para combatir el incendio y emergencias ante la falla de energía eléctrica en el bombeo o la conducción hacia el tanque. Su capacidad de almacenamiento se obtiene tomando en cuenta las capacidades mencionadas.

Un tanque de regulación permite regular las presiones en la red dando así un mejor servicio a los consumidores, evita la presión en puntos lejanos de los tanques de almacenamiento y ayuda a regular las cargas en las bombas.

#### **2.13.6.1.- Clasificación de Tanques**

La selección del tipo del tanque es variable dependiendo del tipo de material disponible en la región donde se elaborará la red de distribución de agua potable así como sus condiciones topográficas y disponibilidad del terreno, sus tipos son:

- a) **Tanques Enterrados:** estos tanques se construyen bajo el nivel del suelo. Son usados cuando el nivel del terreno es adecuado para el funcionamiento de la red de distribución y de fácil excavación. Estos tanques tienen como principal ventaja proteger el agua de las variaciones de temperatura y una perfecta adaptación al entorno. Su único inconveniente es que requieren grandes excavaciones para el propio tanque, para todas sus instalaciones de conexión con la red de distribución y la línea de conducción; además se dificulta el control de filtraciones que puedan presentarse.
- b) **Tanques Semienterrados:** los tanques semienterrados tienen parte de su estructura bajo el nivel del terreno y parte sobre el nivel del terreno. Se emplean generalmente cuando la altura topográfica respecto al punto de alimentación es suficiente y el terreno presente dificultad para excavación.
- c) **Tanques Superficiales:** como su nombre lo dice, son lo que están contruidos sobre la superficie del terreno, se utilizan cuando el terreno es muy duro y no

conviene perder presión si la topografía del terreno es la adecuada, como se muestra en la siguiente imagen:

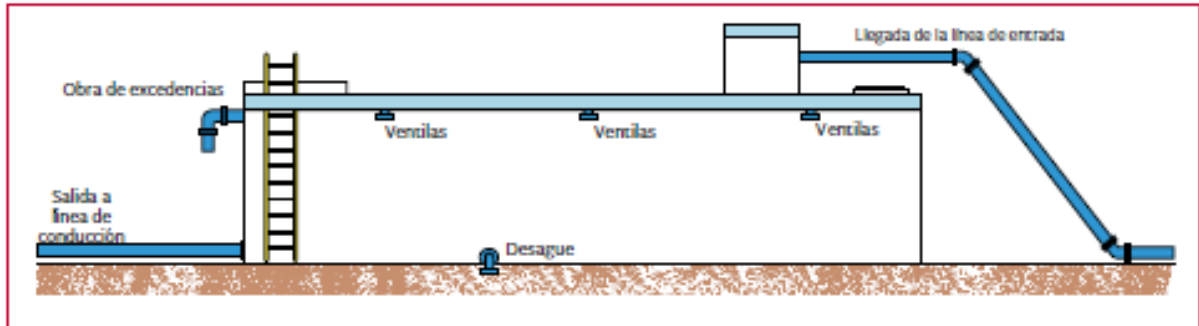


Imagen 2.11.- Tanque Superficial.

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 53.

d) Tanques Elevados: “Los tanques elevados son aquellos cuya base está por encima del nivel del suelo y se sustenta a partir de una estructura. Generalmente son construidos en localidades con topografía plana donde no se dispone en su proximidad de elevaciones naturales con altimetría apropiada” (CONAGUA; 2012, 52). Según CONAGUA (2012), estos tipos de tanques son conformados por un tanque, torre y la tubería correspondiente para la alimentación y descarga del mismo. Para su máximo beneficio estos deben de ser instalados en torres que oscilan entre los 10 y 20 metros de altura.



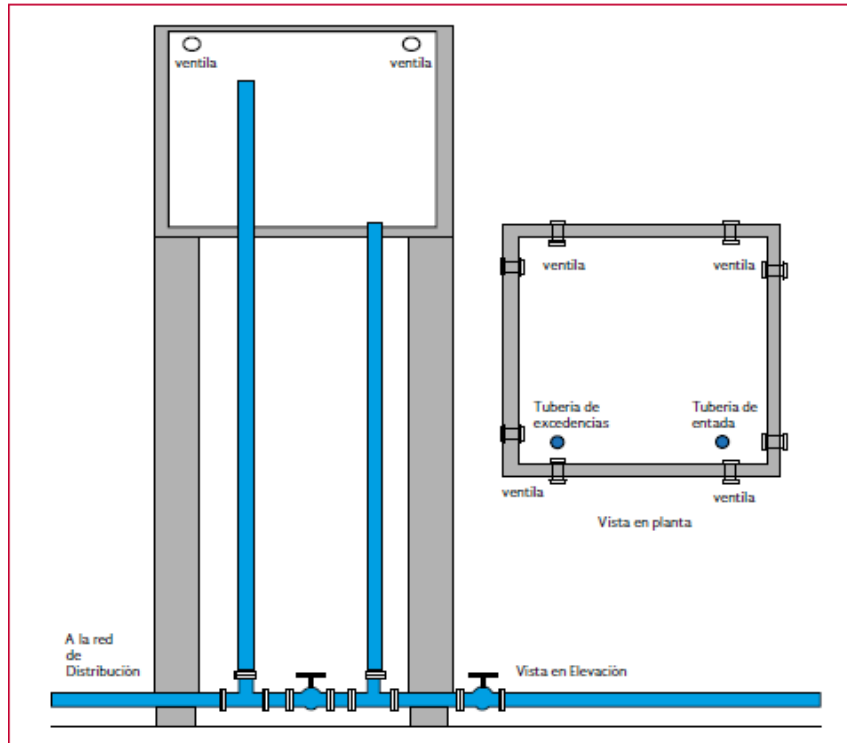


Imagen 2.12.- Tanque Superficial.

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 57.

### 2.13.7.- Bombas.

Las bombas son equipos que reciben la energía mecánica que produce un motor a través de la flecha generando una fuerza que ayuda a elevar la presión del agua para conducirla sobre la tubería. Gran mayoría de los sistemas de distribución y redes de distribución de agua potable utilizan bombas para poder mantener las presiones en el sistema, su aplicación ayuda a elevar el agua desde fuentes superficiales o subterráneas, incrementar la presión de la red y bombear los químicos necesarios para su tratamiento o cloración ayudando a alejar los sedimentos.

Para su correcta función las bombas utilizan dos tipos de motores, los eléctricos y los de combustión interna. La elección del tipo de motor depende de diversos factores, como la toma y el tipo de voltaje disponibles; costos de adquisición, instalación y mantenimiento; velocidad, su control o regulación; facilidad de arranque; corriente necesaria para el arranque y torque; factor de potencia y características de carga parcial.

Las bombas comúnmente empleadas en abastecimiento de agua potable son las denominadas rotodinámicas, mal llamadas centrífugas, ya que solo la de flujo radial es centrífuga pura.

#### **2.13.8.- Pozos.**

“El agua subterránea constituye un recurso importante en el abastecimiento de agua potable. En general, el agua extraída del subsuelo no requiere tratamiento y su captación resulta más económica que en embalses. Además, las cantidades de agua disponible son más seguras y prácticamente no les afectan las sequías”. (CNA; 2012, 62)

Según la CNA (2012), los métodos que existen en la actualidad ayudan a determinar un aprovechamiento prolongado del agua subterránea, esto se puede lograr con la construcción de pozos los cuales son perforaciones o excavaciones verticales, con la finalidad de que el agua brote o sea extraída del subsuelo.

### **2.13.9.- Tomas Domiciliarias.**

La toma domiciliaria tiene como función el proporcionar agua de la red de distribución para conducirla a la instalación hidráulica al interior del domicilio. Se divide en ramal y cuadro. Se le llama ramal a la conexión que abarca desde el acoplamiento a la red de distribución hasta el codo inferior del cuadro. El cuadro es el conjunto de tubos y codos que forman una figura rectangular con el fin de alojar un medidor y que sea cómoda su lectura. El cuadro se encuentra generalmente dentro del domicilio del usuario, sus diámetros de instalación suelen ser de 13 a 19 milímetros.

Se pueden clasificar como metálicas o combinadas. En las primeras, la tubería del ramal y del cuadro son metálicas; en las segundas, el ramal es de material plástico. Las tomas domiciliarias metálicas se instalan con cobre flexible en el ramal y rígido en el cuadro o de cobre flexible en el ramal y hierro galvanizado en el cuadro. Por otra parte, la toma domiciliaria combinada emplea polietileno de alta densidad en el ramal y cobre rígido o hierro galvanizado en el cuadro.

Una toma domiciliaria es la que da inicio al acoplamiento con la tubería de la red y terminan en el codo inferior del primer tubo vertical del cuadro. Para su instalación, conexión y operación esta parte de la toma domiciliaria está conformada por las piezas que a continuación se describen:

- a) Abrazadera.
- b) Llave de Banqueta.
- c) Tubería Rígida.

- d) Codo Inferior del Cuadro.
- e) Conectores y Niples.
- f) Cuadro: está formado por tubos rígidos, codos de bronce, medidor, adaptadores, válvula de globo que ayuda a interrumpir el flujo del agua a la hora de la reparación del cuadro, Tee, llave de manguera y el tapón final de la toma.

A continuación se presenta un esquema de la instalación y armado de una toma domiciliaria:

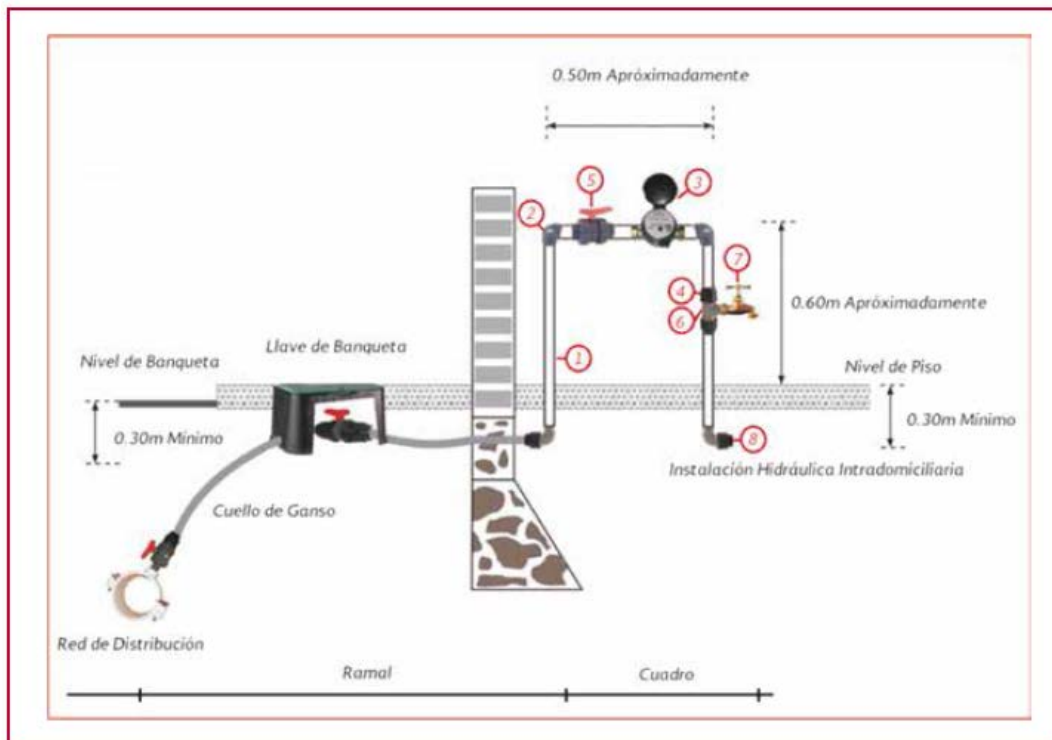


Imagen 2.13.- Toma Domiciliaria Tipo.

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 65.

Para su instalación, de la tubería de distribución puede derivarse la toma domiciliaria directamente, con abrazadera. Los diámetros máximos de derivación que se consideran aconsejables, por diámetro de la tubería y la forma de instalarse, se presentan en la siguiente tabla:

Diámetro nominal de la tubería principal	Directa	Abrazadera
38 - 75 mm	No recomendable	19 mm
100 mm	No recomendable	25 mm
150 mm	13 mm	25 mm
200- 250 mm	19 mm	25 mm
Mayores	25 mm	38 mm

Imagen 2.14.- Diámetros Máximos Recomendados de Derivación.

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 70.

Existen tres métodos para la derivación de tomas domiciliarias, los cuales se mencionarán a continuación:

- a) Derivación Directa: Es la que se hace conectando el insertor o la válvula de inserción en una perforación con cuerda hecha a la tubería.



Imagen 2.15.- Derivación Directa.

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 70.

- b) Derivación con Abrazadera: El uso de abrazadera permite derivaciones de mayor diámetro en comparación con las derivaciones directas. Pueden instalarse con la tubería vacía o trabajando a presión; en el primer caso se perfora la tubería antes de colocarse la abrazadera usando un taladro común con la broca adecuada para cada tipo de material; en el segundo caso, con la abrazadera y la válvula de inserción colocadas y perforando a través de ella, cuidando que el diámetro de la broca sea igual al interior de la inserción.



Imagen 2.16.- Derivación con Abrazadera.

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 70.

- c) Derivación por Termofusión: Las derivaciones en tubería de polietileno, se lleva a cabo por medio de una silleta; la unión entre esta y la tubería se realiza calentando la superficie de estos dos componentes, hasta alcanzar el grado de fusión y después mediante una presión controlada sobre ambos elementos se logra una unión monolítica.

Para hacer una transición entre el polietileno y otro tipo de material se dispone de uniones mecánicas y adaptadores del sistema de compresión.



Imagen 2.17.- Derivación por Termofusión.

Fuente: Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, CNA; 2012, 70

En la instalación de redes de agua potable, las piezas utilizadas son muy variables, ya que dependen mucho del terreno en el cual se van a instalar, por ejemplo, en un terreno plano se pueden utilizar dos piezas y en un terreno alto o con diferentes pendientes se pueden utilizar distintas piezas para que la toma domiciliaria funcione correctamente.

## CAPÍTULO 3

### RESUMEN DE MACRO Y MICROLOCALIZACIÓN

En el presente capítulo se estudiarán todos los datos referentes al proyecto, como son las generalidades; objetivo y alcance del proyecto, resumen ejecutivo, entorno geográfico; macro y micro localización, geología regional y de la zona en estudio, informe fotográfico; presentando la problemática y el estado físico actual, así como el proceso de análisis.

#### **3.1.- Generalidades.**

El diseño de una red de alcantarillado sanitario y una red de distribución de agua potable debe ser realizado acorde a la topografía de la colonia o del lugar donde se ejecutarán los trabajos, la circulación del agua y del drenaje deberán ser por gravedad y las tuberías seguirán en lo posible la pendiente del terreno natural. El diseño de la red de alcantarillado y agua potable se elaborará en la zona definida en los planos.

La colonia La Cortina 2, cuenta con una red de distribución de agua potable distribuida por gravedad mediante un tanque ubicado en la zona más alta, en sus colindancias cuenta con huertas de aguacate en las zonas altas, el panteón municipal, la planta tratadora de aguas residuales Santa Bárbara. Sus calles no se encuentran pavimentadas ya que esta colonia es uno de los asentamientos urbanos más nuevos en la ciudad de Uruapan, Michoacán.



### **3.1.1.- Objetivo.**

El objetivo de este proyecto revisar la red de alcantarillado sanitario y la de red de distribución de agua potable para la colonia La Cortina 2, en el Municipio de Uruapan, Michoacán, cumpliendo con las normas y especificaciones marcadas por la CNA.

### **3.1.2.- Alcance del proyecto.**

En el presente proyecto se da a conocer el procedimiento del análisis y revisión de la red de alcantarillado sanitario y la red distribución de agua potable por gravedad para la colonia de Uruapan, Michoacán, el cual es de gran importancia para los habitantes.

### **3.2.- Resumen ejecutivo.**

Para la realización del presente proyecto, se comenzó por la obtención de los planos en el organismo operador de la ciudad de Uruapan, Michoacán; para su revisión y evaluación, se obtuvo información del número de habitantes en la colonia, obtenida dicha información se prosiguió a realizar el diseño de la red, calculando el número de habitantes actuales, número de habitantes de proyecto, gastos de diseño requeridos, periodo de diseño o periodo económico del proyecto, así como el cálculo de diámetros y tipos de tubería, piezas especiales y por último, la comparación del diseño obtenido con el del organismo operador de agua de Uruapan.

### **3.3.- Entorno geográfico.**

En este apartado se mencionarán la ubicación del estado de Michoacán, así como las características geográficas Uruapan, su ubicación representada en macro y micro localización, además, se describirá la geología, hidrología y uso de suelo regional y de la zona en estudio.

### **3.4.- Macrolocalización.**

El Estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 17° 54' 34" y 20° 23' 00" de latitud Norte y los 100° 03' 50" y 103° 44' 09" de Longitud Oeste. El estado de Michoacán cubre una extensión de 5,986,400 hectáreas (59,864,000 km<sup>2</sup>), que representan alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, con un litoral que extiende a lo largo de 210.5 km sobre el océano pacífico.

El Estado de Michoacán colinda al Norte con los Estados de Guanajuato, Jalisco y Querétaro, al Este con los Estados de México y Guerrero, al Sur con el Estado de Guerrero y el Océano Pacífico, y al Oeste con los Estados de Jalisco y Colima.



Imagen 3.1.- Macrolocalización de Michoacán.

Fuente <http://mr.travelbymexico.com>.

### 3.5.- Microlocalización.

El sitio de estudio se localiza en la zona oriente de la ciudad de Uruapan en el Estado de Michoacán.

La localidad de Uruapan es cabecera del municipio del mismo nombre en el estado de Michoacán, es la segunda ciudad más importante del estado, se ubica a 52 kilómetros de Pátzcuaro y 102 kilómetros de Morelia, Michoacán (Ciudad Capital de Estado). Uruapan proviene del vocablo Urapani que en lengua purépecha significa “lugar donde todo florece”, fue fundada en el año de 1533 por Fray Juan de San Miguel, religioso franciscano, quien la dividió en 9 barrios. Alcanzó el rango de ciudad

en 1858 y se llamó por el nombre que actualmente se conoce “Uruapan del Progreso”.



Imagen 3.2.- Microlocalización colonia La Cortina 2.

Fuente: <https://www.google.com.mx/maps>.

El municipio de Uruapan, colinda al norte con los municipios de Charapan, Paracho y Nahuatzen, al este con Ziracuaretiro, Taretan y Tingambato, al sur con Gabriel Zamora; al oeste con los municipios Nuevo Parangaricutiro y Los Reyes. El municipio de Uruapan se localiza en la zona oeste del estado de Michoacán, entre los paralelos 19° 38' 00" al 19° 12' 00" de la latitud norte y los meridianos 101° 56' 00" al 102° 22' 00" de longitud oeste de Greenwich, con una variación de altitud de 800 msnm (ejido el Sabino y ejido San Marcos) a 3,280 msnm (Cerro Angahuan) con una altitud en la ciudad de 1,620 msnm.

La extensión territorial del municipio de Uruapan, Michoacán, es de 761.12 kilómetros cuadrados, representando estos el 1.46% del total de la superficie estatal. El municipio tiene 137 localidades y/o centros rurales de población de diversos tamaños y características geográficas, siendo las más importantes:

- a) Capacuaro: su principal actividad es la explotación forestal y la agricultura, se localiza a 15 kilómetros de la cabecera municipal.
- b) Angahuan: su principal actividad es la explotación forestal, se localiza a 32 kilómetros de la cabecera municipal.
- c) San Lorenzo: su principal actividad es la explotación forestal, se localiza a 16 kilómetros de la cabecera municipal.
- d) Caltzontzin: su principal actividad es la explotación forestal y la agricultura, se localiza a 3 kilómetros de la cabecera municipal.
- e) Jucutacato: su principal actividad es la explotación forestal y la agricultura, se localiza a 3 kilómetros de la cabecera municipal.
- f) Santa Ana Zirosto: su principal actividad es la agricultura, se localiza a 40 kilómetros de la cabecera municipal.
- g) Corupo: su principal actividad es la explotación forestal y la agricultura, se localiza a 38 kilómetros de la cabecera municipal.
- h) Nuevo Zirosto: su principal actividad es la agricultura, se localiza a 45 kilómetros de la cabecera municipal.

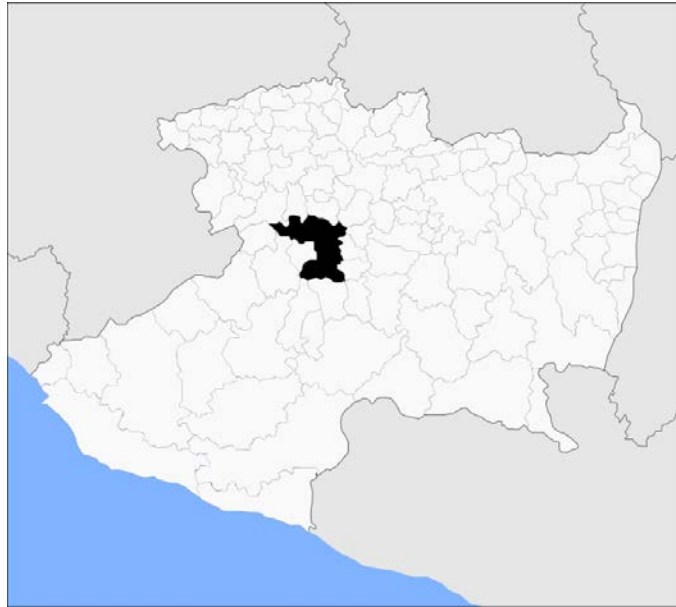


Imagen 3.3.- Microlocalización de Uruapan.

Fuente: <http://www.wikipedia.com>.

### **3.5.1.- Características geológicas.**

Uruapan forma parte de la sierra tarasca, la región en que se encuentra es una zona inminentemente volcánica donde existen numerosos conos volcánicos extinguidos que dan características al paisaje montañoso que entorna la ciudad. La cordillera en que se sitúa es el área del más reciente vulcanismo en México. En el distrito de Uruapan se encuentran los tipos de suelos característicos de la meseta tarasca que se clasifican en tres: el amarillo café de las altas montañas, el tupuri de los valles y laderas y el rojo arcilloso llamado charanda de los declives de la zona periférica en la que esta acentuada Uruapan.

### 3.5.2.- Hidrología.

La ciudad de Uruapan se encuentra localizada dentro de la cuenca del Río Cupatitzio en la Región Hidrológica No. 18 del balsas.

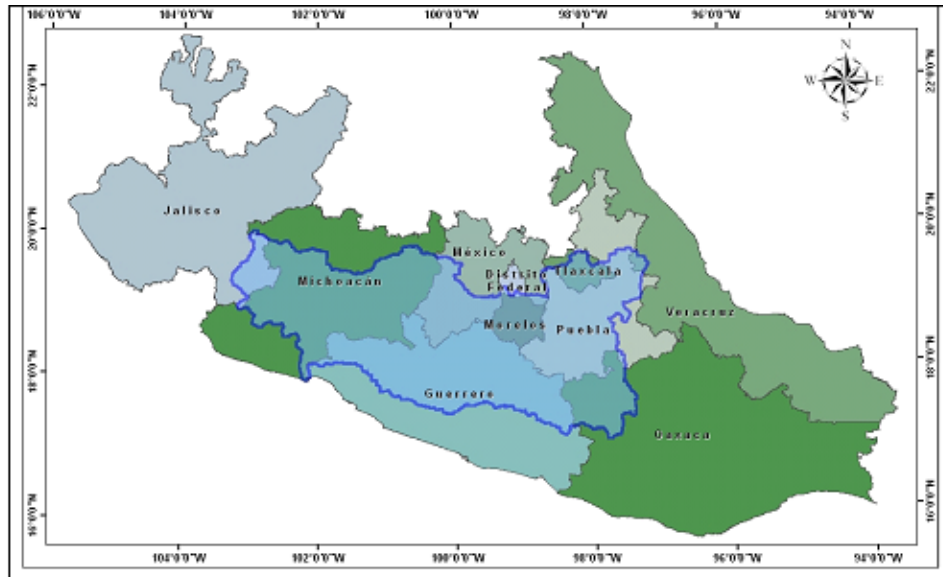


Imagen 3.4.- Región del balsas No. 18.

Fuente: Diario Oficial de la Federación.

La cuenca del río Cupatitzio forma parte de la Sub-región Bajo Balsas y se localiza en la porción centro-occidente del Estado de Michoacán, entre las coordenadas geográficas 18° 38' 14" y 19° 45' 24" latitud norte y 107° 36' 15" y 102° 17' 30" longitud oeste. La extensión territorial de dicha cuenca es de 2851.73 kilómetros cuadrados. La integran parcial o totalmente los municipios de: Ario de Rosales, Gabriel Zamora, La Huacana, Mújica, Nuevo Parangaricutiro, Nuevo

Urecho, Paracho, Parácuaro, Salvador Escalante, Tacámbaro, Taretan, Tingambato, Turicato, Uruapan y Ziracuaretiro.

La cuenca del río Cupatitzio se localiza en su mayor parte en la provincia fisiográfica del Sistema Volcánico Transversal, el cual se caracteriza por presentar un gran número de aparatos volcánicos, por ejemplo, El Paricutín. Esta provincia se describe como una gran cordillera volcánica con planicies elevadas o valles inter montañosos, donde se ubican las montañas más altas del estado, como el Tancítaro, con 3,850 m de altura. Así como más de 3,000 volcanes, en su mayoría cinérgicos y de una sola fase eruptiva, a altitudes de 2,000 m. Esta cuenca presenta desniveles de casi 2,831 m, ya que se desciende desde los 3,300 m a los 469 m de altitud.

El municipio de Uruapan cuenta con cinco ríos, entre los más importantes y la superficie que recorren en el mismo son:

- a) Río Cupatitzio: con una superficie del Municipio del 58.4% cabe señalar que este río nace de una serie de manantiales, en la zona del Parque Nacional: Barranca del Cupatitzio, y sigue su curso tal que atraviesa la zona oeste de la ciudad. Este río es uno de los afluentes al Río Tepalcatepec, mismo que se ubica en la cuenca hidrológica del Río Balsas.
- b) Río Santa Bárbara: nace de una serie de manantiales ubicados en la zona oriente de la ciudad y su recorrido es cruzando la ciudad de norte a sur y es afluente del Río Cupatitzio.
- c) Río Paracho-Nahuatzen: con una superficie del municipio del 19.6%.
- d) Río La Parota: con una superficie del municipio del 15.3%.
- e) Río Itzícuaró: con una superficie del municipio del 6%



Existen en el municipio dos presas las cuales son la presa del Cupatitzio y la Presa de Caltzontzin.

### **3.5.3.- Uso de suelo.**

Los suelos del Municipio datando los periodos cenozoico, terciario, cuaternario y eoceno; corresponde principalmente a los del tipo podzólico. Su uso es principalmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero. En la estructura de la tenencia de la tierra, la superficie comunal ocupa una extensión mayoritaria, la propiedad ejidal representa el segundo lugar, en tercer lugar lo ocupa la pequeña propiedad incluyendo la superficie urbana.

### **3.5.4.- Flora y Fauna.**

Se combinan por el intermedio de la zona fría y caliente en que está situado el municipio. El ser Uruapan el enlace entre las dos zonas, la fría y la caliente, lo hace ser tierra de venados, tejones, coyotes, gran variedad de pájaros y en cuanto aumenta el calor pueden aparecer zancudos, chancharras, alacranes, gorupos y otras especies de la tierra caliente, la zona no es muy abundante en el ramo de la ganadería.

La explotación moderna de los bosques ha hecho disminuir mucho las reservas tradicionales de maderas industriales y a cambio se ha dado en hacer de Uruapan una importante zona aguacatera. Es esplendorosa la naturaleza en

Uruapan; clima y agua, buen cielo, grandes jardines con una variedad de plantas y flores que lo hace más atractivo.

### **3.6.- Informe fotográfico.**

En este apartado se presentará un informe fotográfico acerca del estado de la red de alcantarillado sanitario y red de agua potable de la colonia ya mencionada.

#### **3.6.1.- Problemática.**

La colonia La Cortina 2 es un asentamiento humano que surge en la ciudad de Uruapan, la cual se encuentra en un desarrollo a pasos enormes. Para que los habitantes de la colonia ya mencionada cuenten con un buen servicio se necesita revisar la red de alcantarillado y red de agua potable para que su funcionamiento sea el correcto y dote de estos servicios a la colonia con la calidad adecuada.

En la siguiente imagen se contempla el diseño del tanque de agua potable el cual en los planos proporcionados está marcado como tanque de mampostería, pero se optó por el diseño de un tanque elevado situado en la parte más alta sobre la calle Diez en los límites de la colonia y la huerta.



Fotografía 3.1.- Tanque de agua

Fuente: Propia

Se muestra la ubicación de una caja de válvulas, las cuales se encuentran enterradas en la parte baja de la calle Diez.



Fotografía 3.2.- Caja de Válvulas.

Fuente: Propia

Se contempla el diseño de los pozos de visita, los cuales están ubicados en todas las calle de la colonia.



Fotografía 3.3.- Pozos de visita.

Fuente: Propia

### **3.6.2.- Estado actual**

La colonia La Cortina 2, cuenta actualmente con un sistema de alcantarillado sanitario y una red de agua potable la cual está distribuida mediante gravedad gracias a un tanque el cual se suministra por un cárcamo de bombeo.

Se muestra la vista noroeste de la calle número dos la cual es una de las calle con mayor longitud de la colonia y una de las más transitadas por los colonos ya que es la que conecta con la avenida principal de la zona.



Fotografía 3.4.- Vista noroeste calle número Dos.

Fuente: Propia.

En dicha colonia no se cuenta con servicios de pavimentación y banquetas, ya que es una colonia con pocos años de haberse formado, por eso sus calles son arcillosas y en algunas partes rocosas. No cuenta con tiendas de servicios ya que sus accesos no son propicios para ello.

Se contempla la calle Tres, la cual se identifica por ser la primera calle paralela de la colonia, la cual por un costado pasa el canal de aguas negras de la zona.



Fotografía 3.5.- Vista norte calle Tres.

Fuente: Propia.

Se muestra la vialidad principal vista de este a oeste, la cual conecta los dos extremos de la colonia y por donde se sitúa la red principal de abastecimiento para el tanque.



Fotografía 3.6.- Calle Diez.

Fuente: Propia.

Se contempla la calle Dos esquina con la calle Once de la colonia La Cortina 2 de la ciudad de Uruapan, Michoacán.



Fotografía 3.7.- Vista de oeste a este de la calle dos.

Fuente: Propia.

Como se ha hecho mención, el estado de las calles de la colonia no cuenta con servicios básicos de alumbrado y pavimentación.



Fotografía 3.8.- Vista sur a norte de la calle Uno.

Fuente: Propia.

### **3.7.- Proceso de análisis.**

El proceso de análisis para la revisión de la red de distribución de agua potable y alcantarillado sanitario se lleva a cabo en base al MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO, en el apartado de REDES DE DISTRIBUCIÓN, elaborado por la CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), con ayuda del software Excel para los cálculos correspondientes, el software AUTOCAD para la revisión de los planos los cuales fueron aportados por el organismo operador de agua de Uruapan (CAPASU).

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGÍA

Dentro de la metodología se hablará de diversos métodos empleados en la investigación, su diseño, enfoque, alcance, descripción del proceso, el cual implica un método matemático, descriptivo, los pasos que se han seguido para la identificación del problema, los instrumentos utilizados y las posibles soluciones de dicha investigación, tomando en cuenta un método no experimental.

#### **4.1.- Método empleado.**

La presente investigación está basada en el método científico, ya que se siguió una serie de pasos para poder llegar a la respuesta de la interrogante planteada.

De acuerdo con Tamayo y Tamayo (2003), el método científico es el conjunto de procedimientos por los cuales se plantean problemas científicos y se ponen a prueba las hipótesis y los instrumentos de trabajo. Esto se caracteriza por ser tentativo, verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica.

Según Ander Egg (1977), algunas de las características del método científico pueden ser las siguientes

- a) Es factico: porque se tiene referencia en los hechos.
- b) Trasciende los hechos: descarta hechos, produce nuevos hechos y los explica.



- c) Verificación empírica: se vale de la verificación empírica para formular respuestas a los problemas planteados y para apoyar sus propias afirmaciones.
- d) Autocorrectivo: ningún método es un camino infalible para el conocimiento, todos constituyen una propuesta racional para llegar a su obtención.
- e) Es objetivo: se basa en los hechos y la lógica.

#### **4.1.1.- Método Matemático**

Emplea algún tipo de formulismo matemático para expresar relaciones, proposiciones sustantivas de hechos, variables, parámetros, entidades y relaciones entre variables de las operaciones, para estudiar comportamientos de sistemas complejos ante situaciones difíciles de observar en la realidad.

Esta investigación se basa en el método antes mencionado ya que se compara el diseño y análisis de una red de agua potable y drenaje sanitario, utilizando el método matemático, el cual permitirá verificar si el diseño es el adecuado.

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

Esta investigación usa el enfoque cuantitativo, el cual consiste en una secuencia de hechos o investigaciones la cual nos arroja una solución al problema planteado, según Hernández y colaboradores (2010), cada una de estas etapas es

fundamental, así que no se puede eludir ninguna de las etapas planteadas, ya que cuentan con cierto orden, aunque podemos redefinir alguna de estas fases o etapas.

Este método se utiliza en esta investigación ya que tiene las siguientes características; parte de una idea, la cual genera un problema, se delimita el problema, se hace revisión de la literatura y el desarrollo del marco teórico, se continua con la visualización del alcance del estudio y elaboración de hipótesis y variables, desarrollando el diseño de la investigación con una definición y selección de la muestra, recolectando y analizando los datos de la elaboración del reporte de resultados, concluyendo en el fin de la investigación de campo.

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

Los estudios de esta investigación son carácter descriptivo. Según Dankhe (1986) los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se ha sometido a análisis.

En este caso se especificaran las propiedades, análisis y diseño de una red de alcantarillado sanitario y de agua potable, obteniendo así su correcto diseño, dando la mejor alternativa de proyecto.

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

El diseño de investigación según Hernández y colaboradores (2010), indica que después de haber definido el problema y generado la hipótesis, el investigador debe tener capacidad de visualizar de manera concreta y practica las preguntas de investigación, teniendo en cuenta que se debe resolver los objetos fijados principalmente. De tal manera que debe de elegir uno o más diseños para el desarrollarlos y aplicarlos dentro de su investigación. Así el fin del diseño es emplear una estrategia con la cual llegues a obtener información que desees para tu estudio.

Según el enfoque cuantitativo, el investigador utiliza su diseño o diseños para analizar la autenticidad de las hipótesis formuladas en la investigación o aportando información respectiva a los lineamientos del estudio.

Dentro del estudio se sugiere empezar con un solo proceso de diseño, posteriormente puedes agregar más diseños de acuerdo al requerimiento de tu investigación, por lo tanto es más costos utilizar más de un diseño.

Cabe destacar que para el desarrollo de un buen diseño se debe tomar en cuenta el grado con el que lo apliquemos tal como fue planeado, tomando en cuenta las variaciones o cambios inesperados que pueden presentarse en el proyecto planteado.

En este estudio se utilizara el diseño no experimental, retomando lo mencionado por Hernández y colaboradores (2010), el cual dice que es la investigación realizada sin que exista cambios intencionales sobre las variables y si

efecto en el proceso, observando y analizando los fenómenos que ocurren de manera natural.

En un estudio experimental el investigador hace una comparación de varios acontecimientos, esta circunstancia nos permite evaluar los efectos que causa la exposición de dicha situación, construyendo así una realidad. En cambio en un estudio no experimental no se genera ninguna manipulación provocada intencionalmente ni se puede influir, ni controlarlas porque ya sucedieron. Esta investigación es un estudio transversal o transeccional.

#### **4.4.- Instrumentos de recopilación de información.**

Dentro de esta investigación se utilizarán distintos instrumentos o programas de computadora para facilitar el estudio del problema planteado, dentro de los que cabe destacar será el Excel, AutoCAD, y distintos instrumentos de campo.

El Excel es una hoja de cálculo muy requerida en la ingeniería civil, porque hace más fácilmente los cálculos matemáticos planteados, es la que se utilizara para el cálculo, porque es el programa que permite manipular datos numéricos que se van empleando en forma de tablas, esta herramienta nos permite cálculos complejos con fórmulas y funciones, con la cual puedes dibujar graficas si es que tu investigación lo requiere.

De igual manera se utilizara el programa de cómputo denominado AutoCAD, para el cual servirá para el dibujo específico de planos arquitectónicos, estructurales o cualquier tipo de plano requerido en la investigación, ya que cuenta con comandos

específicos para el diseño de dibujos ya sea en dos dimensiones o en tres dimensiones.

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

Esta investigación surge a través de una idea, al cual fue la revisión de la red de alcantarillado sanitario y agua potable de la colonia La Cortina 2, en la ciudad de Uruapan Michoacán, para saber si el diseño propuesto por la CAPASU es el correcto para las necesidades de dicha colonia.

Teniendo el tema, se planteó el objetivo general y los objetivos particulares, en los cuales se busca dar a conocer lo que es la urbanización, así como las características para urbanizar dicha colonia, teniendo en cuenta el estado en que se encuentran sus calles y los servicios básicos con los que cuenta. Además de definir los objetivos particulares se planteó la pregunta de investigación la cual al resolverla nos arrojará los resultados para saber si el diseño propuesto por la CAPASU fue el correcto para la conducción de drenaje y el abastecimiento de agua potable para la colonia La Cortina 2.

Dadas las condiciones en que se encontraba la colonia, se quiso saber si el diseño ejecutado por la CAPASU es suficiente para el correcto funcionamiento de la colonia, ya que esta se encuentra en una constante urbanización la cual puede provocar que dicho diseño no abastezca con la dotación de agua potable necesaria para cada hogar y a su vez la red de drenaje colapse ya que la cantidad de residuos aumente por el crecimiento de la colonia. Para la elaboración de los capítulos, se

investigó en bibliotecas, fuentes de internet, diversos manuales elaborados por dependencias de gobierno; obtenida la información se pasó a la elaboración de los cálculos los cuales tienen como fin el conocer si el proyecto ya ejecutado es el correcto.

## CAPÍTULO 5

### CÁLCULO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

En el presente capítulo se abordarán los estudios previos y necesarios para la revisión de un sistema de alcantarillado sanitario y una de red de agua potable en la colonia La Cortina 2, en Uruapan, Michoacán, de acuerdo con el organismo operador de la ciudad la Comisión de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU).

A continuación, se mostrarán los cálculos realizados, para su interpretación y posteriormente llegar a una conclusión si las redes diseñadas por el organismo ya mencionado servirán de manera correcta en la dotación de agua y la conducción de los desechos.

#### **5.1.- Datos de diseño.**

El volumen diario de agua residual entregado a una red de alcantarillado sanitario se le llama aportación de aguas residuales, es viable considerar como aportación de aguas residuales entre el 70 y el 75 por ciento de la dotación de agua potable, en l/hab al día, considerando que el restante se consume antes de llegar a las atarjeas, siempre es preferible realizar un trabajo de campo acerca de la medición de aguas residuales para tener un valor más cercano, ya que en la mayoría de los casos se presentan infiltraciones al alcantarillado procedentes de mantos acuíferos, corrientes o de la misma red de agua potable que pueden hacer variar este factor.

## 5.2.- Gastos de diseño.

Los gastos que se consideran en los proyectos de alcantarillado son: medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario. Los tres últimos se determinan a partir del primero.

### 5.2.1.- Gasto medio anual.

Es considerado el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año, para diseñar la red de alcantarillado sanitario esta debe ser considerada en su construcción en un diseño hermético. El gasto medio de aguas residuales se calcula en relación a los habitantes servidos y su aportación determinada para cada zona de estudio. En las zonas industriales se realiza el cálculo de acuerdo a las demandas del desarrollo correspondiente en la zona, para su cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{MED} = \frac{A_p P}{86\ 400}$$

donde:

- $Q_{MED}$  = Gasto medio de aguas residuales en l/s
- $A_p$  = Aportación de aguas residuales por día, en l/hab, apartado 3.2.1
- $P$  = Población, en número de habitantes
- 86 400 = Segundos en un día, s/d

Imagen 5.1.- Ecuación Gasto Medio.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; 2017, 35.



Para localidades con zonas industriales, que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes considerables, se debe adicionar al gasto medio, el gasto de aportación industrial obtenido.

### 5.2.2.- Gasto mínimo.

El gasto mínimo es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente están presentes en una red. Este valor es aceptado igual a la mitad del gasto medio. Para el diseño de las atarjeas se deben tomar en cuenta los valores del gasto mínimo que nos proporciona la siguiente tabla:

Diámetro	Excusado de 16 litros	Excusado de 6 litros
	Gasto mínimo Agua residual	Gasto mínimo Agua residual
cm	l/s	l/s
20	1.5	1.0
25	1.5	1.0
30	3.0	2.0
38	3.0	2.0
46	4.5	3.0
61	7.5	5.0
76	12.0	8.0
91	18.0	12.0

Imagen 5.2.- Gasto mínimo de aguas residuales, relacionado a descargas sanitarias.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; 2017, 36.

Se observa que el límite inferior es de 1.5 l/s, lo que significa que en los tramos iniciales de las redes de alcantarillado, cuando resulten valores de gasto mínimo menores a 1.5 l/s, se debe usar este valor en el diseño. Es conveniente

mencionar, que 1.5 l/s es el gasto que genera la descarga de un excusado con tanque de 16 litros (excusado antiguo).

Sin embargo, actualmente existe una tendencia a la implantación de muebles de bajo consumo, que utilizan solamente 6 litros y que arrojan un gasto promedio de 1.0 l/s, por lo que se podrá utilizar este último valor en algunos tramos iniciales de la red, siempre y cuando se pueda considerar que en dichos tramos existen este tipo de aparatos. Para el cálculo del gasto mínimo se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$Q_{MIN} = 0.5Q_{MED}$$

Imagen 5.3.- Ecuación gasto mínimo.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; 2017, 35.

### **5.2.3.- Gasto máximo instantáneo.**

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este gasto se considera la cantidad de habitantes servidos y no tiene relación con las condiciones socioeconómicas de la población.

El gasto máximo instantáneo se obtiene a partir del coeficiente de Harmon ( $M$ ), el cual se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$$

donde:

$P$  = Población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada en miles de habitantes

Imagen 5.4.- Ecuación coeficiente de Harmon.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; 2017, 36.

Este coeficiente de variación máxima instantánea, se aplica considerando que en tramos con una población acumulada menor a los 1000 habitantes, el coeficiente  $M$  es constante e igual a 3.8 y para una población acumulada mayor que 100000, el coeficiente  $M$  se considera constante e igual a 2.0, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue la ley de variación establecida por Harmon.

Lo anterior resulta de considerar al alcantarillado como un reflejo de la red de distribución de agua potable, ya que el coeficiente  $M$  se equipara con los coeficientes de variación del gasto que para la estimación del coeficiente de Harmon se considera  $CVd = 1.3$  (valor medio entre 1.2 y 1.4) y  $CVh = 1.55$ , lo anterior implica que  $M = 1.30 (1.55) = 2.0$ ., así la expresión correcta para el cálculo del máximo instantáneo se expresaría con la siguiente ecuación:

$$Q_{M_{inst}} = MQ_{MED}$$

donde:

$$Q_{M_{inst}} = \text{Gasto máximo instantáneo, en l/s}$$
$$M = \text{Coeficiente de Harmon o de variación máxima instantánea}$$

Imagen 5.5.- Ecuación de cálculo máximo instantáneo.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; 2017, 37.

#### **5.2.4.- Gasto máximo extraordinario.**

Es conocido por la cantidad de aguas residuales aportadas que no forman parte de las descargas normales, tales como las aguas pluviales que bajan de la azotea ocasionadas por las lluvias, patios, o las que son provocadas por el crecimiento explosivo no considerado de la población. En función de estos factores, se determina el diámetro adecuado de la tubería, para dar un mejor margen de seguridad para prevenir las aportaciones excesivas bajo estas circunstancias.

Al diseñar un sistema nuevo apegado a un plan de desarrollo urbano que impida un crecimiento desordenado y se deberá prever que no existan aportaciones pluviales de los predios vecinos, ya que estas serán manejadas por un sistema de drenaje pluvial por separado, el coeficiente de seguridad será uno.

En casos en que se diseñe la ampliación de un sistema de alcantarillado existente de tipo combinado, previendo las aportaciones extraordinarias de origen

pluvial, se podrá usar un coeficiente de seguridad de 1.5. La ecuación para el cálculo del gasto máximo extraordinario sería representada de la siguiente manera:

$$Q_{Mext} = CSQ_{Minot}$$

donde:

$$\begin{aligned} Q_{Mext} &= \text{Gasto máximo extraordinario,} \\ &\text{en l/s} \\ CS &= \text{Coeficiente de seguridad} \end{aligned}$$

Imagen 5.6.- Ecuación de cálculo máximo extraordinario.

Fuente: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento; 2017, 37.

### **5.3.- Variables hidráulicas permitidas.**

#### **5.3.1.- Velocidades.**

La velocidad mínima es considerada como aquella velocidad con la cual no se presentan depósitos de sólidos en las atarjeas lo cuales lleguen a provocar azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, considerando el gasto mínimo mencionado en la imagen 5.2 y su tirante correspondiente. Se debe asegurar que el tirante tenga un valor como mínimo de 1.0 cm en caso de pendientes muy fuertes y 1.5 en pendientes normales.

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, el cual es el encargado de evitar la erosión de las paredes de los conductos y estructuras, este límite se establece en función del material de la tubería y es posible obtenerlo de las

características especificadas por los fabricantes y que debe estar apegado a la normatividad correspondiente.

### **5.3.2.- Pendientes.**

El objetivo de las pendientes, es evitar el azolve en las tuberías y la producción de gases tóxicos que a su paso destruyen las tuberías generando malos olores de las aguas residuales propiciado así una contaminación ambiental. Las pendientes de las tuberías, deberán seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas. Existirán casos especiales donde las pendientes del terreno sean muy grandes, teniendo en cuenta esto se consideraran tuberías especiales que soporten velocidades altas para su buen funcionamiento.

### **5.3.3.- Diámetros.**

La selección del diámetro depende de las velocidades permisibles, aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre.

#### **5.3.3.1.- Diámetro mínimo.**

Con el pasar de los años en la conservación y operación de los sistemas de alcantarillado, se ha demostrado que para evitar obstrucciones y un buen funcionamiento, el diámetro mínimo en las tuberías debe ser de 20 cm.

### **5.3.3.2.- Diámetro máximo.**

Se determina de acuerdo a varios factores, como el gasto máximo extraordinario de diseño, las características topográficas y de mecánica de suelos de cada localidad en particular, el tipo de material de la tubería y los diámetros comerciales disponibles en el mercado.

## **5.4.- Memoria descriptiva de cálculo de proyecto.**

### **5.4.1.- Características y ubicación de la obra.**

La obra se encuentra ubicada al oriente de la ciudad de Uruapan, Michoacán; en la colonia La Cortina 2 cercana a la planta tratadora de aguas residuales Santa Bárbara, dicha obra cuenta con dos sistemas de redes; una red de drenaje sanitario con tubería de PVC serie-25 ya instalada de 12" (30cm) Ø de diámetro la cual cuenta con una longitud total 2524 metros lineales y una red de distribución de agua potable con tubería de PVC RD-32.5 con diámetros variables de 2" (50mm) y 4" (100mm) Ø en la distribución y 4" (100mm) Ø en el sistema de bombeo, la totalidad de la red es de 704.50 metros lineales.

Es una obra de alcantarillado sanitario y red de agua potable la cual tiene las funciones de dotar de los servicios básicos a la colonia y así como disminuir los riesgos de enfermedades, ya que anteriormente no se contaba con ninguno de estos servicios en esta zona.

#### 5.4.2.- Datos proporcionados por la CAPASU.

La Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU), proporciono los datos con los cuales realizó los diseños correspondientes para la red de drenaje sanitario y la red de distribución de agua potable, para así realizar las respectivas comparativas con lo propuesta en la presente investigación.

Los datos de proyecto proporcionados por la CAPASU para la red de drenaje sanitario fueron otorgados mediante una tabla, la que se muestra a continuación:

DATOS DE PROYECTO		
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
NÚMERO DE LOTES	358	HABITANTES
DENSIDAD PROMEDIO HABITANTES/VIVIENDA (INEGI 2010)	5	HABITANTES
POBLACIÓN DE PROYECTO (2048)	1790	HABITANTES
PERIODO DE PROYECTO	35	AÑOS
TIPO DE CLIMA (CRITERIO C.N.A.)	SEMICÁLIDO	
DOTACIÓN (POR TIPO DE CLIMA, C.N.A.)	180	LTS/HAB-DIA
COEFICIENTE DE VARIACIÓN:		
a) DIARIA	1,40	
b) HORARIA	1,55	
GASTOS		
a) GASTO MEDIO DIARIO	3,73	L.P.S.
b) GASTO MÁXIMO DIARIO	5,22	L.P.S.
c) GASTO MÁXIMO HORARIO	8,09	L.P.S.
FÓRMULAS (CALCULO DE LAS PERDIDAS POR FRICCIÓN):		
	COLEBROOK-WHITE	
	Modificado (Normas CNA 200)	
VALOR DE G	4,555	
VALOR DE T	0,8764	
TEMPERATURA DE PROYECTO	20°	CELSIUS
PÉRDIDAS DE FRICCIÓN TOTAL	35,23	MTS
FUENTE DE ALIMENTACIÓN	CARCAMO DE BOMBEO	
VIDA ÚTIL DE EQUIPO ELECTROMECAÁNICO (C.N.A.)	10	AÑOS
SISTEMA EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN	POR BOMBEO	
POTENCIA HIDRÁULICA (W.H.P.)	220,54	KG-M/SEG
POTENCIA AL FRENO (B.H.P.) CALCULADA	5	H.P
ALTURA DINÁMICA CALCULADA	35,23	MTS



TUBERÍA EN LÍNEA DE CONDUCCIÓN:		
a) 4" (100mm)Ø, PVC RD-32,5	261	MTS
b) 4" (100mm)Ø DE Fo.Go. CED-40	6	MTS
GOLPE DE ARIETE (Hg):	10,01	M
PRESIÓN MÁXIMA POR GOLPE DE ARIETE (P <sub>máx</sub> ):	43,46	M
PRESIÓN MÍNIMA POR GOLPE DE ARIETE (P <sub>mín</sub> ):	23,44	M
PERIODO DE DISEÑO	35	AÑOS
VIDA ÚTIL DE ESTRUCTURA DE CONDUCCIÓN (C.N.A.)	35	AÑOS
ESTRUCTURA DE REGULARIZACIÓN	TANQUE SUPERFICIAL	
CAPACIDAD DE REGULARIZACIÓN	96	M3
PERIODO DE DISEÑO	35	AÑOS
VIDA ÚTIL DE ESTRUCTURA DE REGULARIZACIÓN (C.N.A)	40	AÑOS
SISTEMA EN LÍNEA DE ALIMENTACIÓN DE TANQUE A TANQUE	POR GRAVEDAD	

Tabla 5.1.- Datos de Proyecto.

Fuente: Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan  
(CAPASU).

La CAPASU proporcionó también una tabla con las dimensiones para las zanjas y plantillas de la tubería de la red de drenaje sanitario, la cual es la siguiente:

DIMENSIONES DE ZANJAS Y PLANTILLAS				
DIAMETRO TUBERIA		ANCHO B (M)	PROF. H (H)	ESP. PLANTILLA (M)
PLG.	CMS			
12	30	0.85	H>1.25	0.10

Tabla 5.2.- Dimensiones de zanjas y plantillas.

Fuente: Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan  
(CAPASU).

Para la revisión de la red de distribución de agua potable se utilizará al igual que la red de drenaje sanitario, la tabla 5.1, ya mencionada anteriormente, la cual

lleva por nombre “Datos de proyecto”, ya que de esta tabla se obtiene los datos para la revisión de la red de agua potable y así determinar si el diseño es el correcto.

Se considera también las dimensiones de zanjas y plantillas proporcionadas por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU), las cuales vienen especificadas en la siguiente tabla:

DIMENSIONES DE ZANJAS Y PLANTILLAS AGUA POTABLE				
DIAMETRO NOMINAL		ANCHO B CMS	PROF. H CMS	ESP. PLANTILLA CMS
PLG.	CMS			
4	10.00	60.00	105.00	10.00
2	5.00	55.00	70.00	10.00

Tabla 5.2.- Dimensiones de zanjas y plantillas agua potable.

Fuente: Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU).

La información obtenida anteriormente se enlaza con los planos otorgados al igual por la CAPASU, los cuales llevan por nombre red de alcantarillado sanitario en la colonia La Cortina 2 (véase anexo b) y proyecto de línea de bombeo, construcción de cárcamo, tanque de regularización y red de distribución general en la colonia La Cortina 2 (véase anexo c), con estos datos se puede iniciar la revisión de dichas redes.

#### **5.4.3.- Revisión del diseño de la red de drenaje sanitario.**

De acuerdo con la información obtenida por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU), para la revisión del cálculo de

la de red de drenaje en la colonia La Cortina 2 se hará apoyándose en una hoja electrónica que contendrá el siguiente desarrollo:

- Columna 1.- Indica el número de tramo correspondiente a diseñar.
- Columna 2.- Indica la longitud propia del tramo en desarrollo.
- Columna 3.- Indica el área tributaria del tramo en desarrollo.
- Columna 4.- Indica la longitud acumulada la cual es las distancias en las que el tramo está recibiendo agua residuales.
- Columna 5.- Indica población servida (se obtiene dividiendo la población de proyecto entre la longitud total de la red), se obtiene multiplicando la longitud acumulada (columna 4) por la densidad de población.
- Columna 6.- Indica el coeficiente de Harmon (M) se obtiene con la siguiente formula:  $M = 1 + (14 / (4 + \sqrt{P}))$ .
- Columna 7.- Gasto mínimo se obtiene multiplicando el Gasto medio por 0.5,  $Q_{min} = 0.5 Q_{med}$ .
- Columna 8.- Gasto medio, esta en función de la población y de la aportación de agua residual por hab/día y se obtiene con la siguiente expresión:  $Q_{med} = (A_p * P) / 86400$ .
- Columna 9.- Gasto máximo instantáneo, se obtiene de la multiplicación del gasto medio por el coeficiente de Harmon por lo tanto  $Q_{max\ inst.} = Q_{med} * M$
- Columna 10.- Gasto máximo extraordinario se obtiene de la multiplicación del gasto máximo instantáneo por un coeficiente de seguridad adoptado para condiciones extraordinarias que será de 1.5  $Q_{max\ ext} = Q_{max\ inst.} * C_s$ .

- Columna 11.- Indica la pendiente de la tubería en el tramo y está dada en mm/m.
- Columna 12.- Diámetro de la tubería expresada en centímetros.
- Columna 13.- Gasto a tubo lleno, se obtiene multiplicando la velocidad (columna 14) por el área hidráulica de la tubería propuesta.
- Columna 14.- Velocidad a tubo lleno se obtiene con la fórmula de la velocidad de Manning:  $V = (1/n) R_h^{2/3} S^{1/2}$ .
- Columna 15.- Velocidad de gasto mínimo se obtiene del producto de la relación de velocidad a gasto mínimo (columna 21) por la velocidad a tubo lleno (columna 14).
- Columna 16.- Velocidad de gasto máximo se obtiene del producto de la relación de velocidad a gasto máximo (columna 22) por la velocidad a tubo lleno (columna 14).
- Columna 17.- Tirante gasto mínimo se obtiene el producto de la relación de tirante de gasto mínimo (columna 23) por el diámetro (columna 12).
- Columna 18.- Tirante gasto máximo se obtiene del producto de la relación de tirante a gasto máximo (columna 24) por el diámetro (columna 12).
- Columna 19.- Relación a gasto mínimo y es igual al gasto mínimo (columna 7) entre el gasto a tubo lleno (columna 13).
- Columna 20.- Relación a gasto máximo y es igual al gasto máximo extraordinario (columna 7) entre el gasto a tubo lleno (columna 13).

- Columna 21.- Relación a velocidad de gasto mínimo se obtiene del nomograma de Manning en función de la relación a gasto mínimo (columna 19).
- Columna 22.- Relación de velocidad a gasto máximo se obtiene del nomograma de Manning en función de la relación a gasto máximo (columna 20).
- Columna 23.- Relación de tirante a gasto mínimo se obtiene del nomograma de Manning en función de la relación a gasto mínimo (columna 19).
- Columna 24.- Relación de tirante a gasto máximo se obtiene del nomograma de Manning en función de la relación a gasto máximo (columna 20).

A continuación, se presenta la tabla del cálculo correspondiente para la red de drenaje sanitario:

LOCALIDAD:	URUAPAN	POBLACIÓN PROYECTO:	1.790 hab.	GASTO MEDIO	2.983 l/s	MATERIAL DE LA TUBERIA				JUNTA HERMÉTICA?	
MUNICIPIO:	URUAPAN	DOTACIÓN AGUA POTABLE:	180 l/hab/día	LONGITUD TOTAL:	2524 m	P=PVC; F=FIBROCEMENTO;		P	S ó N		S
COLONIA LA CORTINA 2		APORTACIÓN:	80%	GASTO UNITARIO:	0.00118199 l/s/m	C=CONCRETO				n = 0,009	

Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Columna 13	Columna 14	Columna 15	Columna 16	Columna 17	Columna 18	Columna 19	Columna 20	Columna 21	Columna 22	Columna 23	Columna 24
TRAMO	LONGITUD DE LA TUBERIA (m)			POBL. SERV. (acum.) (hab)	COEFIC. DE HARMON M	GASTOS DE AGUAS NEGRAS (l.p.s.)				PENDIENTE S (milésimas)	DIÁMETRO (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO				TIRANTE MINIMO (cm)	TIRANTE MAXIMO (cm)	REL. A GASTO MINIMO	REL. A GASTO MAXIMO	REL. DE VEL A GASTO MINIMO	REL. DE VEL A GASTO MAXIMO	REL. DE TIRANTE Q MINIMO	REL. DE TIRANTE Q MAXIMO
	PRO-PIA	TRIBU-TARIA	ACUMU-LADA			MINIMO	MEDIO	MAXIMO	MAXIMO EXTRAOR-DINARIO			TUBO LLENO		VEL. A GASTO									
												Gasto (l/s)	Vel. (m/seg)	Mínimo (m/seg)	Máximo (m/seg)								

10-9	47,50	0,00	47,50	34	4,35	1,50	0,06	0,24	0,37	3,00	25	47,05	0,96	0,32	0,08	2,4	0,59	0,032	0,008	0,332	0,081	0,097	0,024
9-8	45,00	47,50	92,50	66	4,29	1,50	0,11	0,47	0,70	8,00	25	76,83	1,57	0,32	0,15	1,5	0,70	0,020	0,009	0,332	0,156	0,059	0,028
7-8	43,00	0,00	43,00	30	4,35	1,50	0,05	0,22	0,33	9,00	25	81,49	1,66	0,32	0,07	1,4	0,31	0,018	0,004	0,332	0,074	0,056	0,012
8-35	68,50		204,00	145	4,20	1,50	0,24	1,01	1,52	57,00	15	52,52	2,97	0,88	0,89	1,3	1,32	0,029	0,029	0,923	0,934	0,087	0,088
35-34	65,00		269,00	191	4,16	1,50	0,32	1,32	1,98	121,00	15	76,52	4,33	0,88	1,17	t<1 cm	1,18	0,020	0,026	0,923	1,219	0,000	0,079
34-32	48,50		361,00	256	4,11	1,50	0,43	1,75	2,63	178,00	15	92,81	5,25	0,88	1,55	t<1 cm	1,29	0,016	0,028	0,923	1,617	0,000	0,086
32-31	24,00		495,00	351	4,05	1,50	0,59	2,37	3,55	85,00	15	64,13	3,63	0,88	1,94	1,1	2,38	0,023	0,055	0,923	2,022	0,071	0,159
31-30	36,00		531,00	377	4,03	1,50	0,63	2,53	3,80	3,00	25	47,05	0,96	0,32	0,57	2,4	4,75	0,032	0,081	0,332	0,594	0,097	0,190
30-29	45,00		621,00	440	4,00	1,50	0,73	2,94	4,41	12,00	25	94,10	1,92	0,32	0,94	1,2	3,56	0,016	0,047	0,332	0,976	0,048	0,142
29-2	78,50		699,50	496	3,98	1,50	0,83	3,29	4,93	3,00	20	25,95	0,83	0,45	0,64	3,2	5,91	0,058	0,190	0,465	0,663	0,162	0,296
6-5	66,00		109,00	77	4,27	1,50	0,13	0,55	0,83	29,00	20	80,68	2,57	0,50	0,27	1,1	0,62	0,019	0,010	0,519	0,286	0,057	0,031
5-4	65,00		174,00	123	4,22	1,50	0,21	0,87	1,30	102,00	15	70,26	3,98	0,88	0,77	t<1 cm	0,84	0,021	0,019	0,923	0,800	0,000	0,056
4-3	43,00		217,00	154	4,19	1,50	0,26	1,07	1,61	187,00	15	95,13	5,38	0,88	0,95	t<1 cm	0,77	0,016	0,017	0,923	0,991	0,000	0,051
3-2	34,00		251,00	178	4,17	1,50	0,30	1,24	1,85	132,00	15	79,92	4,52	0,88	1,09	t<1 cm	1,06	0,019	0,023	0,923	1,141	0,000	0,071
11-12	44,00		89,00	63	4,29	1,50	0,11	0,45	0,68	65,00	15	56,08	3,17	0,88	0,40	1,2	0,55	0,027	0,012	0,923	0,417	0,081	0,037
12-13	44,00		133,00	94	4,25	1,50	0,16	0,67	1,00	46,00	15	47,18	2,67	0,88	0,59	1,4	0,97	0,032	0,021	0,923	0,617	0,097	0,065
13-14	44,00		177,00	126	4,22	1,50	0,21	0,88	1,32	63,00	15	55,21	3,12	0,88	0,78	1,2	1,09	0,027	0,024	0,923	0,814	0,083	0,073
14-15	43,00		220,00	156	4,19	1,50	0,26	1,09	1,63	52,00	15	50,16	2,84	0,88	0,96	1,4	1,48	0,030	0,033	0,923	1,004	0,091	0,099
15-16	96,50		316,50	224	4,13	1,50	0,37	1,54	2,32	89,00	15	65,63	3,71	0,88	1,37	1,0	1,61	0,023	0,035	0,923	1,426	0,069	0,107
16-17	42,50		460,00	326	4,06	1,50	0,54	2,21	3,31	3,00	25	47,05	0,96	0,32	0,55	2,4	4,43	0,032	0,070	0,332	0,570	0,097	0,177
17-18	25,50		485,50	344	4,05	1,50	0,57	2,33	3,49	3,00	25	47,05	0,96	0,32	0,55	2,4	4,55	0,032	0,074	0,332	0,579	0,097	0,182
18-19	25,00		510,00	362	4,04	1,50	0,60	2,44	3,66	3,00	25	47,05	0,96	0,32	0,56	2,4	4,66	0,032	0,078	0,332	0,587	0,097	0,186
24-19	65,00		127,00	90	4,26	1,50	0,15	0,64	0,96	82,00	15	62,99	3,56	0,88	0,57	1,1	0,69	0,024	0,015	0,923	0,590	0,072	0,046
23-22	44,00		219,50	156	4,19	1,50	0,26	1,09	1,63	108,00	15	72,29	4,09	0,88	0,96	t<1 cm	1,03	0,021	0,023	0,923	1,002	0,000	0,069
26-23	65,00		131,00	93	4,25	1,50	0,15	0,66	0,99	120,00	15	76,20	4,31	0,88	0,58	t<1 cm	0,59	0,020	0,013	0,923	0,608	0,000	0,039
22-19	44,00		394,50	280	4,09	1,50	0,47	1,91	2,86	112,00	15	73,62	4,17	0,88	1,69	t<1 cm	1,77	0,020	0,039	0,923	1,761	0,000	0,118
25-22	65,00		131,00	93	4,25	1,50	0,15	0,66	0,99	103,00	15	70,60	4,00	0,88	0,58	t<1 cm	0,64	0,021	0,014	0,923	0,608	0,000	0,043
19-20	76,50		1178,00	835	3,85	1,50	1,39	5,36	8,04	3,00	25	47,05	0,96	0,32	0,71	2,4	6,99	0,032	0,171	0,332	0,746	0,097	0,280
20-21	35,00		1213,00	860	3,84	1,50	1,43	5,51	8,26	3,00	25	47,05	0,96	0,32	0,72	2,4	7,09	0,032	0,176	0,332	0,751	0,097	0,283
21-2	41,50		1254,50	890	3,83	1,50	1,48	5,68	8,52	3,00	25	47,05	0,96	0,32	0,73	2,4	7,20	0,032	0,181	0,332	0,758	0,097	0,288
2-1	54,50		2259,50	1.602	3,66	1,50	2,67	9,77	14,66	32,00	20	84,75	2,70	0,50	2,02	1,1	5,63	0,018	0,173	0,519	2,106	0,054	0,281

#### **5.4.4.- Revisión del diseño de la red de distribución de agua potable.**

De acuerdo con la información obtenida por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU), para la revisión del cálculo de la de red de distribución de agua potable en la colonia La Cortina 2 se hará apoyándose en una hoja electrónica que contendrá el siguiente desarrollo:

- Columna 1 y 2.- Indica el número de tramo correspondiente a diseñar.
- Columna 3.- Indica la longitud propia del tramo en desarrollo.
- Columna 4.- Indica la longitud acumulada la cual es las distancias en las que el tramo está recibiendo agua.
- Columna 5.- Gasto, se determina de la multiplicación del gasto específico, (se obtiene de la división del gasto máximo horario entre la longitud total de la red), por la multiplicación de la longitud acumulada (columna 3).
- Columna 6.- Fórmula para determinar el diámetro de la tubería la cual es  $1.5\sqrt{Q_{mh}}$ , multiplicada por el gasto (columna 6).
- Columna 7.- Determinar le diámetro nominal de la tubería, verificando el resultado de la columna 6.
- Columna 8.- Indica el diámetro comercial de la tubería.
- Columna 9.- Indica el diámetro interno de la tubería, de acuerdo a las características de la tubería.
- Columna 10.- Indica el área hidráulica del tubo, la cual se obtiene mediante la siguiente fórmula:  $\pi(\varnothing_{int}^2/4)$  es decir  $\pi$  (columna 9<sup>2</sup>/4).
- Columna 11.- Indica la rugosidad de la tubería, la cual en este caso por el tipo de material es de: 0.009.

- Columna 12.- Indica la constante de Manning, se obtiene de la siguiente formula:  $(10.293 * \text{Rugosidad}^2) (\text{Diam}^{(16/3)})$ .
- Columna 13.- Indica la perdida que se ocasiona en la tubería, se obtiene con la siguiente formula:  $(C_{\text{manning}} * \text{LongProp}) (Q/1000)^2$ .
- Columna 14.- Indica la velocidad a la que corre el agua en la tubería, se obtiene de la siguiente manera:  $(Q/1000) / \text{Área Hidráulica}$ .
- Columna 15.- Indica el número de crucero.
- Columna 16.- Indica la cota piezométrica.
- Columna 17.- Indica la elevación del terreno, la cual se obtiene gracias a los planos o tomada del proyecto topográfico.
- Columna 18.- Indica la carga disponible en MCA (Metros Columna de Agua), se obtiene de la resta de la cota piezométrica (columna 16) menos la elevación del terreno (columna 17).

A continuación, se presenta la tabla del cálculo correspondiente para la red de distribución de agua potable:



Columna 1 y 2		Columna 3	Columna 4	Columna 5	Columna 6	Columna 7	Columna 8	Columna 9	Columna 10	Columna 11	Columna 12	Columna 13	Columna 14	Columna 15	Columna 16	Columna 17	Columna 18
Tramo	Long. Propia	Long. Acum.	Gasto (lts/seg)	DIAMETRO Y CLASE		Diametro Interno	Area Hidráulica	Rugosidad (n)	Constante Manning	Pérdidas hf (m)	Vel. (m/s)	Crucero	Cota Piez.	Elev. Del Terreno	Carga Disp. (MCA)		
				$1.5\sqrt{Q_{ca}}$	Comercial												
	7													7	118,00	103,05	14,95
7	8	10,00	1971,00	8,092	4,27	4,00	4" PVC RD-32.5	0,1065	0,0089082	0,009	128,3795208	0,0841	0,91	8	117,92	97,44	20,48
8	17	38,00	737,00	3,026	2,61	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	1,3899	1,23	17	116,53	94,56	21,96
17	26	117,00	117,00	0,480	1,04	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,1079	0,20	26	116,42	85,40	31,02
17	18	45,00	582,00	2,390	2,32	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	1,0264	0,97	18	115,50	91,65	23,85
18	25	117,00	117,00	0,480	1,04	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,1079	0,20	25	115,39	80,30	35,09
18	19	43,00	420,00	1,724	1,97	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,5108	0,70	19	114,99	89,62	25,37
19	24	117,00	117,00	0,480	1,04	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,1079	0,20	24	114,88	76,08	38,80
19	20	43,00	260,00	1,067	1,55	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,1957	0,43	20	114,79	86,88	27,92
20	23	87,00	87,00	0,357	0,90	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0443	0,15	23	114,75	77,28	37,47
20	21	45,00	130,00	0,534	1,10	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0512	0,22	21	114,74	84,68	30,06
21	22	85,00	85,00	0,349	0,89	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0414	0,14	22	114,70	77,23	37,47
8	9	49,00	558,00	2,291	2,27	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	1,0274	0,93	9	116,89	99,96	16,93
9	15	117,00	117,00	0,480	1,04	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,1079	0,20	15	116,78	93,04	23,74
9	10	45,00	392,00	1,609	1,90	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,4656	0,66	10	116,42	99,49	16,94
10	14	117,00	117,00	0,480	1,04	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,1079	0,20	14	116,32	87,17	29,14
10	11	44,00	230,00	0,944	1,46	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,1567	0,38	11	116,27	99,96	16,31
11	13	146,00	146,00	0,599	1,16	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,2096	0,24	13	116,06	76,23	39,83
11	12	40,00	10,00	0,041	0,30	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0003	0,02	12	116,27	98,97	17,29
8	27	126,00	676,00	2,775	2,50	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	3,8773	1,13	27	114,04	84,41	29,63
27	29	100,00	100,00	0,411	0,96	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0673	0,17	29	113,97	80,59	33,38
27	28	121,00	121,00	0,497	1,06	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,1193	0,20	28	113,92	78,33	35,59
27	30	44,00	329,00	1,351	1,74	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,3207	0,55	30	113,72	80,18	33,53
30	32	55,00	55,00	0,226	0,71	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0112	0,09	32	113,71	76,08	37,63
30	31	98,00	98,00	0,402	0,95	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0634	0,16	31	113,65	82,16	31,49
30	33	29,00	132,00	0,542	1,10	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0340	0,22	33	113,68	75,70	37,99
33	35	32,00	32,00	0,131	0,54	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0022	0,05	35	113,68	76,12	37,56
33	34	71,00	71,00	0,292	0,81	2,00	2" PVC RD-32.5	0,0559	0,0024542	0,009	3994,821233	0,0241	0,12	34	113,66	75,59	38,07

De acuerdo con los resultados, los diámetros obtenidos por la tabla de cálculo para la red de distribución de agua potable para la colonia La Cortina 2 nos han arrojado tubería de PVC hidráulico de 4" (100 mm) Ø con una longitud total de 10 metros la cual se ubica en la línea directa del tanque hacia la red principal de distribución y una cantidad de 1971 metros lineales de tubería de 2" (50 mm) de Ø la cual consta de toda la red de distribución de la colonia ya mencionada.

En la red de drenaje sanitario se obtuvieron diámetros de tubería de PVC serie 25 de 6" (150 mm) Ø, 8" (200 mm) Ø y 10" (250 mm) Ø, esto debido a la topografía de la colonia ya que es un terreno el cual se encuentra ubicado en las laderas del cerro de la colonia ya mencionada el cual descarga sus desechos en el colector Santa Bárbara conduciéndolos hacia la planta tratadora de aguas.

## CONCLUSIÓN

La presente tesis tuvo como objetivo general la revisión del proyecto de alcantarillado sanitario y agua potable para la urbanización de la colonia La Cortina 2, ubicada en la zona oriente de la ciudad de Uruapan, Michoacán; el cual se cumplió llevando a cabo una metodología, investigaciones y trabajo de campo.

Como objetivo particular se quería definir el término de urbanización, el cual se logró conceptualizando que urbanización es la modelación y remodelación de las ciudades enfocado al ámbito donde se desenvuelven las actividades sociales del ser humano. El segundo de los objetivos se cumplió al poder dar a conocer los puntos necesarios para la urbanización los cuales se muestran en el anexo a.

Para determinar el estado físico de la colonia La Cortina 2, se hizo un trabajo de campo el cual consistió en recorrer físicamente las calles tomando fotos y recopilando datos de esta, con lo cual se cumplió el tercer objetivo particular. La definición de los conceptos de alcantarillado sanitario y agua potable se cumplieron gracias a la investigación en los manuales elaborados por la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA), que define el concepto de alcantarillado sanitario como un sistema integrado por elementos como colectores, emisores, estaciones de bombeo y obras accesorias; y el concepto de agua potable como un elemento esencial para la vida del hombre, dando por cumplidos los objetivos particulares 4° y 5°.

El último objetivo particular fue comparar el diseño propuesto por la CAPASU con el de esta revisión, el cual arrojó datos distintos en comparación al proyecto ejecutado por dicho organismo.

La pregunta de investigación formulada fue la siguiente:

¿Fue correcto el diseño del proyecto de alcantarillado sanitario y agua potable para la urbanización de la colonia La Cortina 2?

La cual se responde que con la revisión del proyecto de alcantarillado sanitario y red de distribución de agua potable para La Cortina 2 elaborado por la (CAPASU), se determina que su diseño es incorrecto para las dos redes, ya que en la revisión se determinaron diámetros diferentes a los propuestos por la CAPASU, el diseño de red de drenaje sanitario se puede justificar, ya que los años de experiencia que tiene el organismo operador de agua le hace determinar estos diámetros basándose en los costos de mantenimiento de la red y el tiempo de reparación en caso de que llegara a suceder un desperfecto en dicha red. Para la red de distribución de agua potable, lo mejor hubiera sido aplicar el diseño como lo arrojo la presente investigación, ya que reduciría el costo de la obra a la hora de su ejecución y su mantenimiento sería al igual de menor costo.

Desde los primeros capítulos se empezaron a abordar los temas relacionados a la urbanización, la cual es la principal causa de que la sociedad se asiente en nuevos lugares, en los cuales a futuro se tendrán que tomar en cuenta los factores más importantes para que la comunidad cuente con los servicios básicos de vivienda y no carezcan de estos.

Para que una red de distribución de agua potable sea funcional, debe de contar con un estudio previo de la población que habita en la comunidad o colonia en la cual se pretende hacer la instalación de dicho servicio. Esto debe de tener en

consideración la cantidad de personas que van a utilizar el servicio así como el tipo de diseño con el cual se pretende distribuir el agua en la colonia; el diseño propuesto por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU), fue mediante una línea de conducción existente de PVC hidráulico de 4" (100 mm) Ø hasta la entrada del tanque y la distribución del tanque a la colonia es de PVC hidráulico de 4" (100 mm) Ø y sus sectores corresponden a líneas de PVC hidráulico de 2" (50 mm) Ø.

En la red de distribución de agua potable en esta tesis los resultados obtenidos mediante la revisión del proyecto, arrojo en su mayor parte una tubería de PVC hidráulico de 2" (50 mm) Ø serie RD-32.5 para la distribución de agua en la colonia La Cortina 2 y solamente una distancia de 10 metros de tubería de PVC hidráulico de 4" (100 mm) Ø serie RD-32.5 la cual sale del tanque elevado a la red principal de distribución.

De la información proporcionada por la Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan (CAPASU), se sabe que la tubería utilizada en la red de drenaje sanitario en la colonia La Cortina 2 fue de PVC sanitario serie-25 de 12" (30 cm) Ø, la cual se conecta al colector existente en la zona el cual se llama colector Santa Bárbara, que conduce las aguas residuales de la colonia en estudio y otras en la cercanía hacia la planta tratadora de aguas residuales Santa Bárbara.

De acuerdo con los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación, la red de drenaje sanitario arrojo diámetros de tubería de PVC hidráulico serie 25 de 6" (150 mm) Ø, 8" (200 mm) Ø y 10" (250 mm) Ø, esto de acuerdo a la topografía del terreno.

Así mismo en la presente tesis se encontró que aun cuando los cálculos arrojaron otros datos, el diseño puede ser correcto, ya que esto se basa en la experiencia de construcción y de mantenimiento que cada organismo o dependencia tiene de acuerdo a las normas que los rigen. El diseño de una red de alcantarillado sanitario y una red de agua potable están íntimamente ligados con todos los aspectos sociales, físicos o geomorfológicos de la zona, ya que se depende de ellos para determinar los parámetros para su correcto diseño y ejecución.

## BIBLIOGRAFÍA

Ander Egg, Ezequiel. (2009)

Introducción a las técnicas de investigación social.

Ed. Humanitas. Buenos Aires.

Arias Rivera, G. Carlos. (2007)

Cuaderno de trabajo de geotecnia II.

Facultad de ingeniería UNAM. México.

Comisión de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Uruapan. (2017)

Manuel de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.

Departamento de Operaciones. México.

Comisión Nacional del Agua. (2009)

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Alcantarillado Sanitario.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Comisión Nacional del Agua. (2007)

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Redes de Distribución.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Comisión Nacional del Agua. (2007)

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Obras Accesorias para Alcantarillado Sanitario y Pluvial.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

Comisión Nacional del Agua. (2012)

Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño de Redes de Distribución de Agua Potable.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México

Dankhe, G. L. (1986)

Investigación y comunicación.

Ed. Mc Graw Hill. México.



Ducci, María Elena. (1989)

Conceptos Básicos de Urbanismo.

Ed. Trillas. México.

Juárez Badillo, Rico Rodríguez. (2002)

Mecánica de Suelos Tomo 1

Editorial Limusa. México.

Montes de Oca, Miguel. (1981)

Topografía.

Alfaomega. México.

Samperi, H. Fernandez y Baptista. (2010)

Metodología de la investigación.

Ed. Mc Graw Hill. México.

Tamayo y Tamayo, Mario. (2003)

El proceso de la investigación científica.

Ed. Limusa. México.

Wade Rain. (2007)

Catálogo de Productos.

Wade Rain. México.

## **OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN**

[http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_abastecimiento\\_de\\_agua\\_potable](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_abastecimiento_de_agua_potable)

**ANEXO A**

**ARTÍCULOS DEL CÓDIGO DE DESARROLLO URBANO PARA LA  
URBANIZACIÓN.**

Artículo 289.- Los tipos de desarrollos que establece este código atenderán a la densidad de población y de construcción; a la superficie del lote mínimo y de sus frentes; a su ubicación; al alineamiento y compatibilidad urbanística; a las especificaciones de construcción; a la infraestructura, equipamiento y servicios que estos requieren y al uso o destino del suelo previsto en los programas de desarrollo urbano aplicables.

Artículo 290.- Los desarrollos que se autoricen en el Estado, se clasificarán en los tipos siguientes:

- I) Habitacionales urbanos:
  - a) Residencial;
  - b) Medio;
  - c) Interés social;
  - d) Popular; y,
  - e) Mixto
- II) Habitacionales suburbanos:
  - a) Campestre; y,
  - b) Rustico tipo granja;
- III) Comerciales:
  - a) Venta al detalle; y,
  - b) Venta al mayoreo y bodegas;
- IV) Industriales:
  - a) Contaminantes; y,
  - b) No contaminantes;

V) Cementerios.

Artículo 291.- Las normas técnicas del proyecto, las obras de urbanización y construcciones en los desarrollos y desarrollos en condominio, deberán ejecutarse a lo dispuesto en este código, en los reglamentos de construcciones, en los programas y declaratorias de desarrollo urbano y en las autorizaciones respectivas; así como en los lineamientos técnicos que para el efecto dicte el Ayuntamiento.

Artículo 292.- Los proyectos, las obras de urbanización y construcción en los desarrollos, deberán sujetarse a las normas técnicas siguientes:

- I) De diseño urbano;
- II) De sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial;
- III) De vialidad; y ,
- IV) De electrificación y alumbrado público.

Artículo 293.- Las normas de diseño urbano son las que regulan el proyecto de los desarrollos y desarrollos en condominio, en cuanto a la zonificación, dimensiones de lotes y manzanas, densidades de población y construcción, equipamiento urbano, áreas verdes y de donación.

Artículo 294.- Cuando en un predio por fraccionar existan obras o instalaciones de servicio público, el fraccionador evitara la interferencia de sus propias obras o instalaciones con las existentes.

En caso de que cause daño o deterioro a las obras o instalaciones existentes, el fraccionador será responsable de su reparación; para ello, el Ayuntamiento fijara un plazo perentorio, según la naturaleza del daño causado y la urgencia de repararlo,

a fin de que la obra conducente quede debidamente ejecutada a tiempo. Si vencido el plazo no hubiese concluido la reparación, esta se ejecutara por el Ayuntamiento a cuenta del fraccionador.

Lo dispuesto en este artículo, no exime al fraccionador de las responsabilidades, e infracciones que hubiere ocurrido por falta de prestación del o los servicios públicos afectados.

Artículo 295.- Queda prohibido el establecimiento de desarrollos o desarrollos en condominio, en lugares no aptos para el desarrollo urbano, o en zonas alejadas de las redes de los servicios públicos, insalubres, inundables y en general vulnerables, a menos que se realicen las obras necesarias de saneamiento o protección a costa del fraccionador, con autorización del Ayuntamiento correspondiente.

En todo caso, será responsabilidad del fraccionador la construcción previa de la vía de enlace del desarrollo o desarrollo en condominio con la zona urbanizada inmediata, y de las obras necesarias para llevar los servicios públicos.

Artículo 296.- La construcción de viviendas multifamiliar o edificios habitacionales dentro de algún desarrollo habitacional urbano, solo podrá ejecutarse en las zonas y de acuerdo a las densidades que para tal efecto hayan sido autorizados por el Ayuntamiento.

Las construcciones en los desarrollos en condominio, además de cumplir con lo dispuesto en el párrafo anterior, deberán respetar lo previsto en este código, en cuanto a las densidades y características de las obras, continuidad de vialidades

existentes y las previstas en los programas de desarrollo urbano, así como la extensión de las áreas libres, de estacionamiento y de uso común.

Artículo 297.- Las áreas de donación en los conjuntos habitacionales, fraccionamientos habitacionales de cualquier tipo, condominios con uso habitacional de estructura horizontal, vertical o mixto, los de uso comercial, industrial y cementerios no podrán ser objetos de enajenación, salvo en los casos previstos en el presente Código.

Las áreas de donación deberán destinarse a la dotación de equipamiento urbano y áreas verdes. Las destinadas para áreas verdes serán entregadas forestadas por parte del fraccionador y las áreas destinadas para la construcción de equipamiento urbano se ajustaran a lo establecido en los programas de desarrollo urbano correspondientes.

Las características que deberán cumplir las áreas de donación para equipamiento urbano son las siguientes:

- I) Ubicarse dentro del conjunto habitacional, fraccionamiento habitacional de cualquier tipo, condominio de uso habitacional de estructura horizontal, vertical o mixto, los de uso comercial, industrial o cementerio;
- II) Integrar un solo polígono, cuando la superficie no rebase los 5000 metros cuadrados, y en caso de ser mayor, se determinara por la



dependencia municipal en función del uso que se le pretenda dar por el Ayuntamiento, por lo cual deberá observar:

- a) Las disposiciones de los programas de desarrollo urbano de la zona en que se localice;
  - b) Las necesidades de equipamiento urbano de la población que habitara en la zona donde se ubique;
  - c) Las determinaciones técnicas del Sistema Normativo de Equipamiento Urbano;
- III) Preferentemente al centro geométrico del conjunto habitacional, fraccionamiento habitacional de cualquier tipo, condominio con uso habitacional de estructura horizontal, vertical o mixto, los de uso comercial o industrial;
- IV) Con un mínimo de un frentes a vialidades públicas;
- V) Las vialidades que las circunden deberán contar con los servicios de infraestructura y urbanización especificados en el presente Código para el tipo y modalidad de desarrollo que se trate, dentro de los cuales de manera enunciativa mas no limitativa se encuentren los siguientes: red de agua potable, red de alcantarillado sanitario y pluvial, guarniciones, banquetas, pavimento de espesor y calidad durable, electrificación, alumbrado público, nomenclatura, movilidad urbano y forestación;
- VI) Ser un polígono regular, con proporción de predio (ancho/largo) de 1:1 a 1:2, cualquier demerito por su forma o proporción deberá incrementarse en el porcentaje de donación;

- VII) Pendiente topográfica del terreno similar a la promedio del desarrollo habitacional susceptible de aprovechamiento;
- VIII) La posición en relación a la manzana, deberá ser preferentemente en la cabecera o manzana completa, de conformidad a la superficie y el uso que se le pretenda dar por parte del Ayuntamiento; y,
- IX) No se permitirán predios afectados por fallas geológicas, derechos federales como líneas de Comisión Federal de Electricidad, cuerpos de agua, carreteras, poliductos, zonas inundables, entre otros;

Las características que deberán cumplir las áreas de donación para áreas verdes son las siguientes:

- I) Ubicarse dentro del conjunto habitacional, fraccionamiento habitacional de cualquier tipo, condominio con uso habitacional de estructura horizontal, vertical o mixto, los de uso comercial o industrial;
- II) Preferentemente integrar un solo polígono;
- III) Ubicarse preferentemente al centro geométrico del conjunto habitacional, fraccionamiento habitacional de cualquier tipo, condominio de uso habitacional de estructura horizontal, vertical o mixto, los de uso comercial o industrial;
- IV) Con un mínimo de un frente a vialidades publicas principales;
- V) Las vialidades que circunden deberán contar con los servicios de infraestructura y urbanización especificados en este código para el tipo y modalidad de desarrollo que se trate, dentro de los cuales de manera enunciativa mas no limitativa se encuentren los siguientes: red de agua potable, red de alcantarillado sanitario y pluvial, guarniciones,

banquetas, pavimento de espesor y calidad durable, electrificación, alumbrado público, nomenclatura, movilidad urbano y forestación;

- VI) Ser un polígono regular, Ser un polígono regular, con proporción de predio (ancho/largo) de 1:1 a 1:3, cualquier demerito por su forma o proporción deberá incrementarse en el porcentaje de donación;
- VII) La proporción en la relación a la manzana, deberá ser preferentemente en la cabecera o manzana completa;
- VIII) Contar con construcción de banqueta perimetral e interior, con facilidades para personas con discapacidad.
- IX) Contar con instalación de alumbrado perimetral e interior;
- X) Contar con instalación de toma de agua para riego, limpieza y jardinería favoreciendo el uso de ecotecnias;
- XI) Contar con instalación de bancas, una por cada 250- doscientos cincuenta metros cuadrados de terreno y juegos infantiles; y,
- XII) Entregarse forestadas con árboles nativos de la región de al menos 5- cinco centímetros de grosor a 1-un metro de altura, los cuales se colocarán de acuerdo a los condiciones que la dependencia municipal correspondiente señale para garantizar su conservación y crecimiento observando factores como el inicio de la temporada de lluvias y la humedad del suelo necesaria para tal fin.

Para los efectos de la fracción que antecede, los ayuntamientos que no cuenten con una dependencia en la materia deberán coordinar acciones con la dependencia estatal correspondiente.

Los espacios jardinados que conforman una sección vial, tanto en andadores, camellones y banquetas, no se pueden considerar como área de donación para área verde, a excepción de aquellos casos en que el diseño de estas áreas cumpla con las características y condiciones anteriormente señaladas.

Artículo 298.- En los desarrollos o desarrollos en condominio la caseta de vigilancia será considerada como parte de la superficie que el fraccionador está obligado a donar al Ayuntamiento, adicional a los porcentajes o cantidades previstas para tal fin en el presente código. El Ayuntamiento fijara sus especificaciones, dimensiones y ubicación. Es obligación del fraccionador construir la caseta.

Artículo 299.- Las normas de sistema de agua potable y alcantarillado sanitario y pluvial, serán determinadas por el Organismo y regularan el proyecto, cálculo y construcción de las redes así como las descargas de aguas residuales.

Artículo 300.- El organismo podrá conectar un desarrollo o desarrollo en condominio en la red municipal de agua potable, cuando se garantice previo dictamen de factibilidad, la suficiencia de este servicio.

Artículo 301.- Las normas de vialidad son las que regulan el proyecto de un desarrollo o un desarrollo en condominio, en cuanto a las características, especificaciones y dimensiones de las vialidades y andadores, pavimento, banquetas y guarniciones, así como la nomenclatura y circulación de las mismas.

Artículo 302.- Las vialidades de un desarrollo o desarrollo en condominio, se construirán de acuerdo con lo previsto en este código y sus características estarán

determinadas por la función principal de cada una de ellas, conforme a la siguiente clasificación:

- I) Vialidades colectoras. Son las destinadas para interconectar las diversas zonas de un centro de población en forma fluida y con el menor número de obstrucciones. Las características de este tipo de vialidades las determinara el Ayuntamiento.
- II) Vialidades principales. Son aquellas destinadas a conducir el tránsito de las calles locales hacia las zonas del desarrollo o del centro de población, o hacia las vialidades colectoras. Este tipo de vialidades nunca podrán ser cerradas y darán acceso a los lotes, departamentos, viviendas, locales o unidades; y,
- III) Vialidades secundarias. Son aquellas destinadas principalmente a dar acceso a los lotes, viviendas, departamentos, locales o unidades de un desarrollo o desarrollo en condominio.

Artículo 303.- Las vialidades colectoras en los desarrollos o desarrollos en condominio deberán ser orientadas en función de los puntos cardinales y tener una longitud mínima en relación al largo total de calles, de acuerdo con los porcentajes siguiente:

- I) De tipo residencial, el veinte por ciento;
- II) De tipo medio, el quince por ciento; y,
- III) De interés social o tipo popular, el diez por ciento.

La dependencia municipal determinará cuando por la dimensión de un desarrollo o desarrollo en condominio, no se requiere la construcción de vialidades colectoras o se pueda variar la orientación de estas, solo por excepción en los casos en que las condiciones físicas o climatológicas del predio a fraccionar lo justifiquen o cuando la estructura urbana principal de la ciudad sea diversa a esta disposición.

Artículo 304.- Las vialidades cerradas solo se permiten por excepción y solo en los casos en condiciones físicas del predio por fraccionar lo justifiquen, o cuando se trate de vialidades de un desarrollo en condominio y que no afecte la estructura vial principal existente de la zona en donde se ubique o que este prevista en los programas de desarrollo urbano, para lo cual deberán atender lo siguiente:

- I) Tendrán un arroyo vehicular de un mínimo de 10 metros en doble sentido de circulación, y su sección transversal de paramento a paramento será de 13 metros y una longitud máxima de 120 metros y un retorno de 20 metros de diámetro como mínimo, medidos de guarnición a guarnición.
- II) En los desarrollos industriales tendrán un arroyo vehicular mínimo de 12 metros en doble sentido de circulación, su sección transversal será de 16 metros y una longitud máxima de 120 metros y retorno de 32 metros de diámetro como mínimo de guarnición a guarnición.
- III) En los demás tipos de desarrollo, tendrán una longitud máxima de 90 metros y un retorno de 20 metros de diámetro como mínimo de guarnición a guarnición.

Artículo 306.- Cuando las autoridades competentes proyecten una arteria de alta velocidad o está ya exista a través de un desarrollo, los lotes de este, no podrán tener acceso directo a ella, en este caso, se tendrá que proyectar un carril lateral de baja velocidad y de estacionamiento.

Artículo 307.- Ninguna de las vialidades de un desarrollo o desarrollo en condominio en proyecto, que sea prolongación de otra de un desarrollo contiguo o de cualquier vialidad del centro de población, podrá tener una anchura menor que aquella, y si la vialidad que se continua fuera menor de lo mínimos señalados por este código, la prolongación que constituya la nueva obra deberá tener siempre la anchura mínima señalada en este ordenamiento.

Artículo 308.- El proyecto de diseño urbano de un desarrollo o desarrollo en condominio, se deberá respetar la estructura vial existente en los desarrollos colindantes y la establecida en los programas de desarrollo urbano.

Asimismo, se deberá considerar una longitud máxima de 150 metros lineales por manzanas, con excepción de los fraccionamientos habitacionales suburbanos campestres y rústicos tipo granja e industriales, en los que se podrán tener manzanas con una longitud máxima de 300 metros lineales. No se exigirá la continuidad de vialidades ni la longitud de manzanas cuando exista un elemento físico o natural que lo impida.

Artículo 309.- Cuando cualquiera de los tipos de vialidades a que se refiere este código tenga cruzamiento o entronque con una arteria de alta velocidad, carretera, vía de ferrocarril, con una canal de riego o corriente de agua, requieran de

un proyecto especial que deberá contemplarse en el proyecto de urbanización del desarrollo o desarrollo en condominio.

Artículo 310.- Cuando por interés público a juicio del Ayuntamiento o por lo dispuesto en los programas de desarrollo urbano, se requieran vialidades con una sección superior a 26 metros, las superficies que excedan a esa extensión, podrán ser desconectadas de aquellas que el fraccionador deba donar al Ayuntamiento por concepto de área de donación.

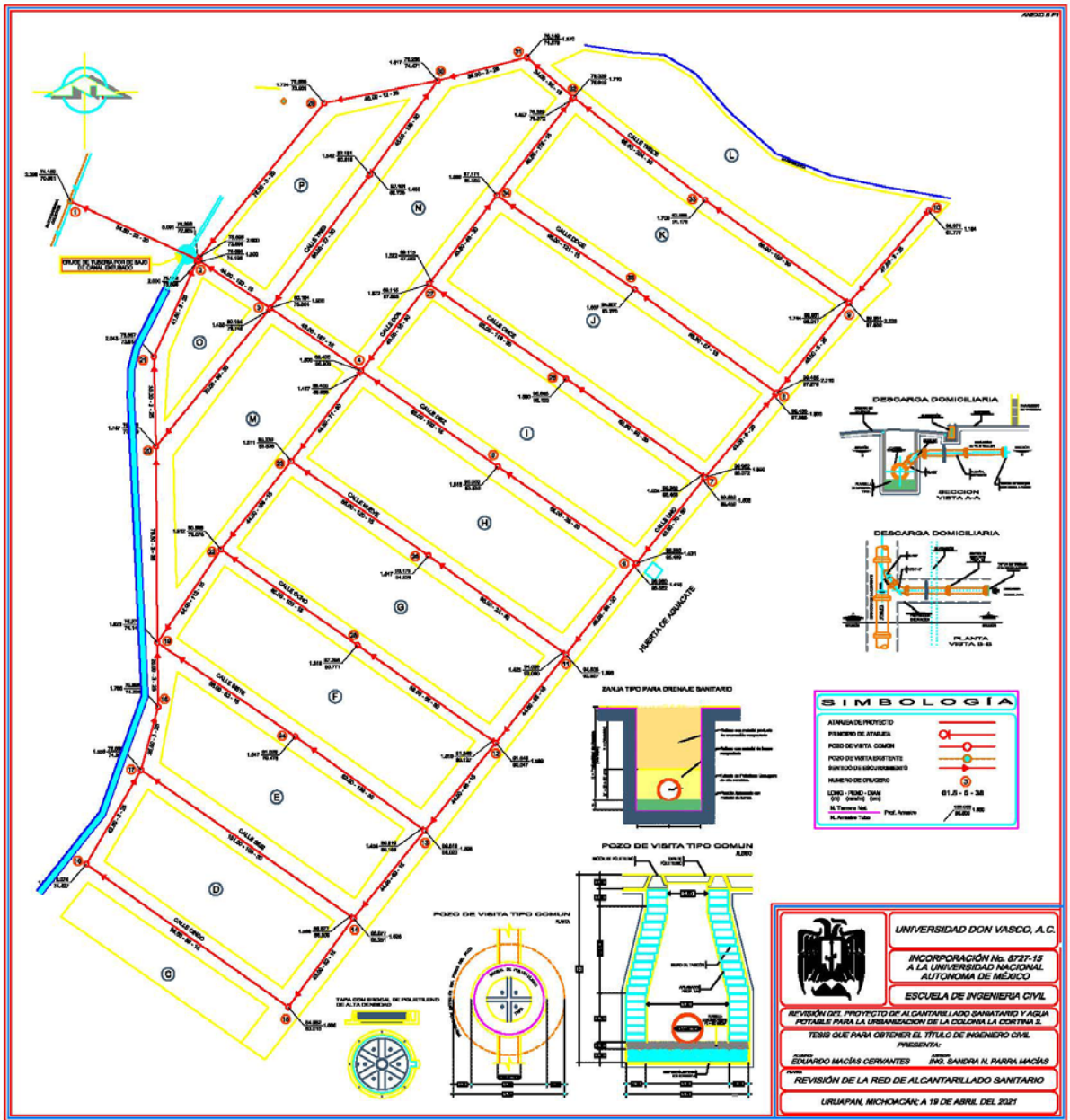
Artículo 311.- La postería de la red de electrificación, alumbrado público, teléfonos, señalamiento, indicadores, letreros o cualquier otro tipo similar, deberán ubicarse en su caso, en el área jardinada de las banquetas, sin interferir el área de circulación de peatones.

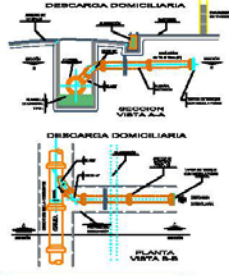
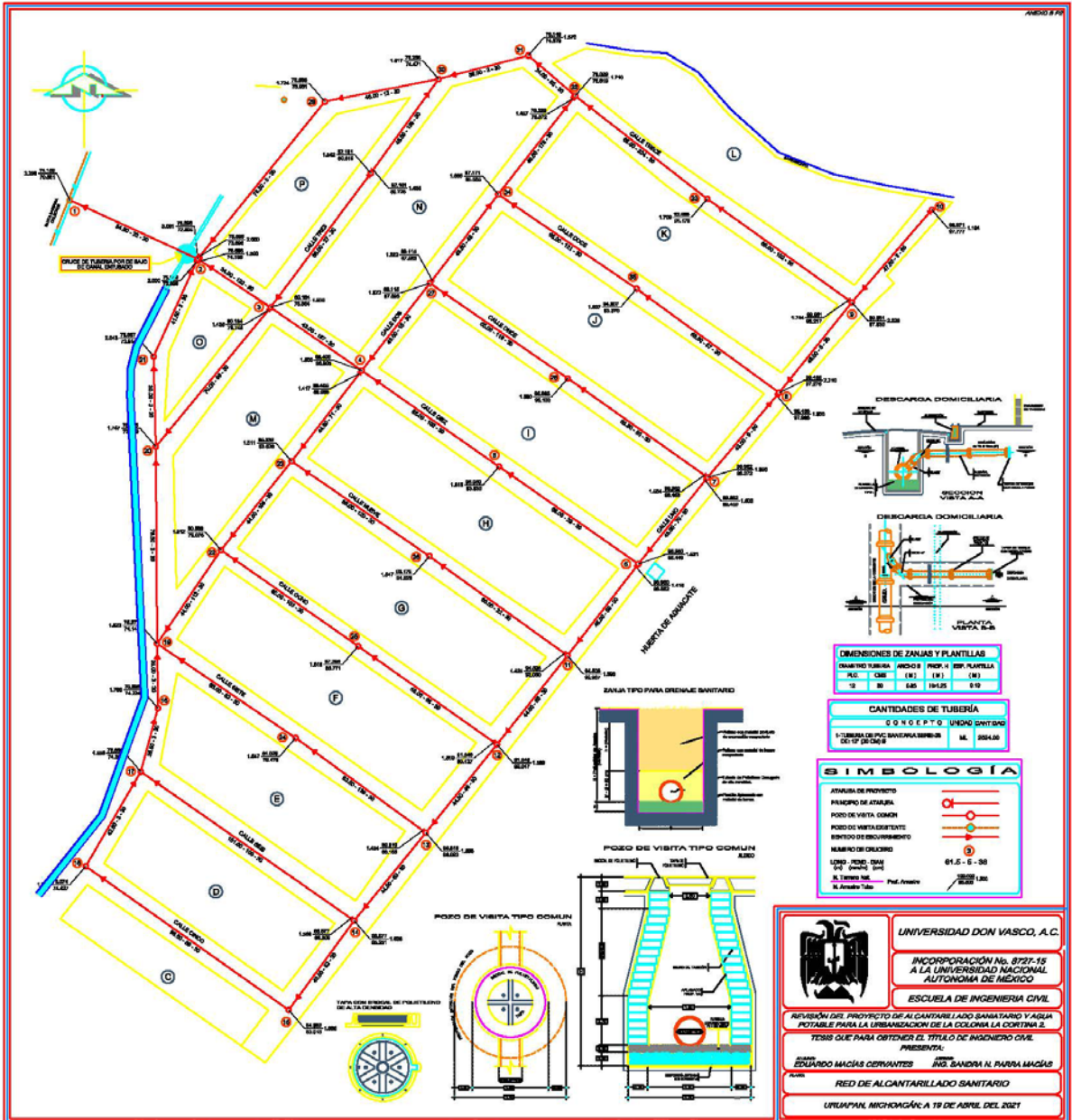
Artículo 312.- Las normas de electrificación y alumbrado público son las que regulan el proyecto de un desarrollo o desarrollo en condominio, en cuanto a las características, especificaciones, capacidad y calidad de la red, equipamiento eléctrico y de alumbrado público que determine la Comisión Federal de Electricidad y de la dependencia encargada de los servicios públicos municipales del ayuntamiento, respectivamente.



**ANEXO B**

**PLANO DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LA  
COLONIA LA CORTINA 2.**





**DIMENSIONES DE ZANJAS Y PLANTILLAS**

DIAMETRO TUBERIA	ANCHO B	PROF. H	ESP. PLANTILLA
150	200	100	10
200	250	100	10

**CANTIDADES DE TUBERÍA**

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1. TUBERÍA DE PVC SANITARIA 150/200	M.	2554.55

**SIMBOLOGÍA**

- ARREOLA DE PROYECTO: [Symbol]
- PAISAJE DE ATENCIÓN: [Symbol]
- POZO DE VISITA COMÚN: [Symbol]
- POZO DE VISITA EXISTENTE: [Symbol]
- SENTIDO DE ENCAMBIAMIENTO: [Symbol]
- NUMERO DE DRENAJE: [Symbol]
- LEGENDA: [Symbol]
- ELABORADO POR: [Symbol]
- REVISADO POR: [Symbol]

**UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.**  
**INCORPORACIÓN No. 8727-15**  
**A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

**REVISIÓN DEL PROYECTO DE ALICANTARILLADO SANITARIO Y AGUA POTABLE PARA LA URBANIZACIÓN DE LA COLONIA LA CORTINA 2. TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL. PRESENTA:**

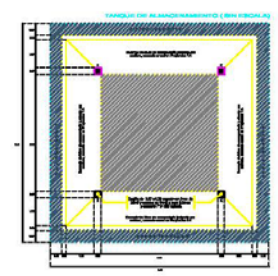
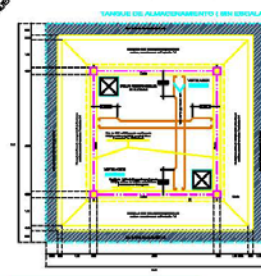
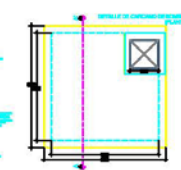
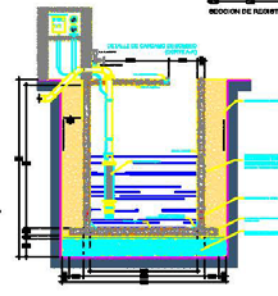
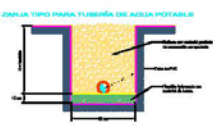
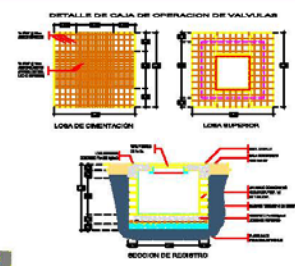
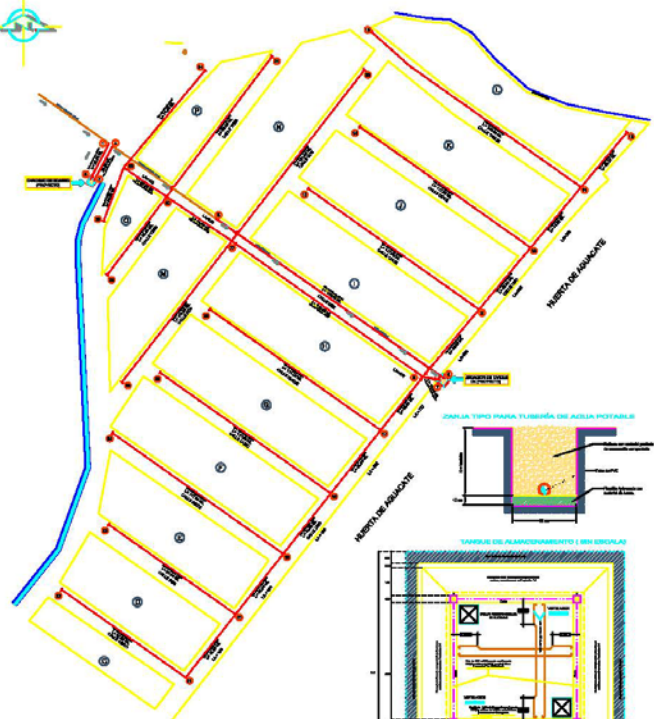
**EDUARDO MACÍAS CERVANTES**      **ING. SANDRA H. PARRA MACÍAS**

**RED DE ALICANTARILLADO SANITARIO**

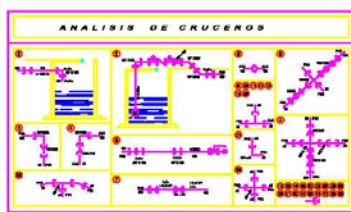
**URUAPAN, MICHOACÁN, A 19 DE ABRIL DEL 2021**

## **ANEXO C**

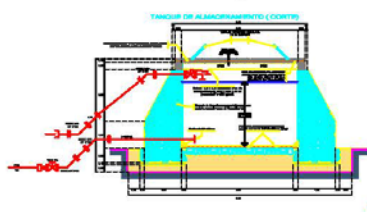
**PLANO DE PROYECTO DE LÍNEA DE BOMBEO, CONSTRUCCIÓN  
DE CÁRCAMO, TANQUE DE REGULARIZACIÓN Y RED DE  
DISTRIBUCIÓN GENERAL EN LA COLONIA LA CORTINA 2.**



CONTENIDO DEL PROYECTO	
1. Memoria	1.00
2. Planos	2.00
3. Especificaciones	3.00
4. Presupuesto	4.00
5. Memoria de Cálculo	5.00
6. Memoria de Verificación	6.00
7. Memoria de Cierre	7.00
8. Memoria de Entrega	8.00
9. Memoria de Recepción	9.00
10. Memoria de Mantenimiento	10.00
11. Memoria de Operación	11.00
12. Memoria de Seguridad	12.00
13. Memoria de Medio Ambiente	13.00
14. Memoria de Salud y Seguridad	14.00
15. Memoria de Calidad	15.00
16. Memoria de Gestión	16.00
17. Memoria de Comunicación	17.00
18. Memoria de Información	18.00
19. Memoria de Logística	19.00
20. Memoria de Recursos	20.00
21. Memoria de Riesgo	21.00
22. Memoria de Sostenibilidad	22.00
23. Memoria de Transparencia	23.00
24. Memoria de Ética	24.00
25. Memoria de Responsabilidad Social	25.00
26. Memoria de Gobernanza	26.00
27. Memoria de Innovación	27.00
28. Memoria de Liderazgo	28.00
29. Memoria de Trabajo en Equipo	29.00
30. Memoria de Resolución de Conflictos	30.00
31. Memoria de Negociación	31.00
32. Memoria de Medios de Comunicación	32.00
33. Memoria de Tecnología	33.00
34. Memoria de Innovación y Desarrollo	34.00
35. Memoria de Gestión de Proyectos	35.00
36. Memoria de Gestión de Recursos Humanos	36.00
37. Memoria de Gestión de Finanzas	37.00
38. Memoria de Gestión de Operaciones	38.00
39. Memoria de Gestión de Marketing	39.00
40. Memoria de Gestión de Ventas	40.00
41. Memoria de Gestión de Clientes	41.00
42. Memoria de Gestión de Proveedores	42.00
43. Memoria de Gestión de Aliados	43.00
44. Memoria de Gestión de Competidores	44.00
45. Memoria de Gestión de Oportunidades	45.00
46. Memoria de Gestión de Amenazas	46.00
47. Memoria de Gestión de Recursos	47.00
48. Memoria de Gestión de Información	48.00
49. Memoria de Gestión de Tecnología	49.00
50. Memoria de Gestión de Innovación	50.00
51. Memoria de Gestión de Liderazgo	51.00
52. Memoria de Gestión de Trabajo en Equipo	52.00
53. Memoria de Gestión de Resolución de Conflictos	53.00
54. Memoria de Gestión de Negociación	54.00
55. Memoria de Gestión de Medios de Comunicación	55.00
56. Memoria de Gestión de Tecnología	56.00
57. Memoria de Gestión de Innovación y Desarrollo	57.00
58. Memoria de Gestión de Proyectos	58.00
59. Memoria de Gestión de Recursos Humanos	59.00
60. Memoria de Gestión de Finanzas	60.00
61. Memoria de Gestión de Operaciones	61.00
62. Memoria de Gestión de Marketing	62.00
63. Memoria de Gestión de Ventas	63.00
64. Memoria de Gestión de Clientes	64.00
65. Memoria de Gestión de Proveedores	65.00
66. Memoria de Gestión de Aliados	66.00
67. Memoria de Gestión de Competidores	67.00
68. Memoria de Gestión de Oportunidades	68.00
69. Memoria de Gestión de Amenazas	69.00
70. Memoria de Gestión de Recursos	70.00
71. Memoria de Gestión de Información	71.00
72. Memoria de Gestión de Tecnología	72.00
73. Memoria de Gestión de Innovación	73.00
74. Memoria de Gestión de Liderazgo	74.00
75. Memoria de Gestión de Trabajo en Equipo	75.00
76. Memoria de Gestión de Resolución de Conflictos	76.00
77. Memoria de Gestión de Negociación	77.00
78. Memoria de Gestión de Medios de Comunicación	78.00
79. Memoria de Gestión de Tecnología	79.00
80. Memoria de Gestión de Innovación y Desarrollo	80.00
81. Memoria de Gestión de Proyectos	81.00
82. Memoria de Gestión de Recursos Humanos	82.00
83. Memoria de Gestión de Finanzas	83.00
84. Memoria de Gestión de Operaciones	84.00
85. Memoria de Gestión de Marketing	85.00
86. Memoria de Gestión de Ventas	86.00
87. Memoria de Gestión de Clientes	87.00
88. Memoria de Gestión de Proveedores	88.00
89. Memoria de Gestión de Aliados	89.00
90. Memoria de Gestión de Competidores	90.00
91. Memoria de Gestión de Oportunidades	91.00
92. Memoria de Gestión de Amenazas	92.00
93. Memoria de Gestión de Recursos	93.00
94. Memoria de Gestión de Información	94.00
95. Memoria de Gestión de Tecnología	95.00
96. Memoria de Gestión de Innovación	96.00
97. Memoria de Gestión de Liderazgo	97.00
98. Memoria de Gestión de Trabajo en Equipo	98.00
99. Memoria de Gestión de Resolución de Conflictos	99.00
100. Memoria de Gestión de Negociación	100.00



LISTA DE PIEZAS ESPECIALES	
1. Pieza especial	1.00
2. Pieza especial	2.00
3. Pieza especial	3.00
4. Pieza especial	4.00
5. Pieza especial	5.00
6. Pieza especial	6.00
7. Pieza especial	7.00
8. Pieza especial	8.00
9. Pieza especial	9.00
10. Pieza especial	10.00
11. Pieza especial	11.00
12. Pieza especial	12.00
13. Pieza especial	13.00
14. Pieza especial	14.00
15. Pieza especial	15.00
16. Pieza especial	16.00
17. Pieza especial	17.00
18. Pieza especial	18.00
19. Pieza especial	19.00
20. Pieza especial	20.00
21. Pieza especial	21.00
22. Pieza especial	22.00
23. Pieza especial	23.00
24. Pieza especial	24.00
25. Pieza especial	25.00
26. Pieza especial	26.00
27. Pieza especial	27.00
28. Pieza especial	28.00
29. Pieza especial	29.00
30. Pieza especial	30.00
31. Pieza especial	31.00
32. Pieza especial	32.00
33. Pieza especial	33.00
34. Pieza especial	34.00
35. Pieza especial	35.00
36. Pieza especial	36.00
37. Pieza especial	37.00
38. Pieza especial	38.00
39. Pieza especial	39.00
40. Pieza especial	40.00
41. Pieza especial	41.00
42. Pieza especial	42.00
43. Pieza especial	43.00
44. Pieza especial	44.00
45. Pieza especial	45.00
46. Pieza especial	46.00
47. Pieza especial	47.00
48. Pieza especial	48.00
49. Pieza especial	49.00
50. Pieza especial	50.00
51. Pieza especial	51.00
52. Pieza especial	52.00
53. Pieza especial	53.00
54. Pieza especial	54.00
55. Pieza especial	55.00
56. Pieza especial	56.00
57. Pieza especial	57.00
58. Pieza especial	58.00
59. Pieza especial	59.00
60. Pieza especial	60.00
61. Pieza especial	61.00
62. Pieza especial	62.00
63. Pieza especial	63.00
64. Pieza especial	64.00
65. Pieza especial	65.00
66. Pieza especial	66.00
67. Pieza especial	67.00
68. Pieza especial	68.00
69. Pieza especial	69.00
70. Pieza especial	70.00
71. Pieza especial	71.00
72. Pieza especial	72.00
73. Pieza especial	73.00
74. Pieza especial	74.00
75. Pieza especial	75.00
76. Pieza especial	76.00
77. Pieza especial	77.00
78. Pieza especial	78.00
79. Pieza especial	79.00
80. Pieza especial	80.00
81. Pieza especial	81.00
82. Pieza especial	82.00
83. Pieza especial	83.00
84. Pieza especial	84.00
85. Pieza especial	85.00
86. Pieza especial	86.00
87. Pieza especial	87.00
88. Pieza especial	88.00
89. Pieza especial	89.00
90. Pieza especial	90.00
91. Pieza especial	91.00
92. Pieza especial	92.00
93. Pieza especial	93.00
94. Pieza especial	94.00
95. Pieza especial	95.00
96. Pieza especial	96.00
97. Pieza especial	97.00
98. Pieza especial	98.00
99. Pieza especial	99.00
100. Pieza especial	100.00



DIMENSIONES DE CANAL Y PLANTELAS	
1. Canal	1.00
2. Planuelas	2.00
3. Canal	3.00
4. Planuelas	4.00
5. Canal	5.00
6. Planuelas	6.00
7. Canal	7.00
8. Planuelas	8.00
9. Canal	9.00
10. Planuelas	10.00
11. Canal	11.00
12. Planuelas	12.00
13. Canal	13.00
14. Planuelas	14.00
15. Canal	15.00
16. Planuelas	16.00
17. Canal	17.00
18. Planuelas	18.00
19. Canal	19.00
20. Planuelas	20.00
21. Canal	21.00
22. Planuelas	22.00
23. Canal	23.00
24. Planuelas	24.00
25. Canal	25.00
26. Planuelas	26.00
27. Canal	27.00
28. Planuelas	28.00
29. Canal	29.00
30. Planuelas	30.00
31. Canal	31.00
32. Planuelas	32.00
33. Canal	33.00
34. Planuelas	34.00
35. Canal	35.00
36. Planuelas	36.00
37. Canal	37.00
38. Planuelas	38.00
39. Canal	39.00
40. Planuelas	40.00
41. Canal	41.00
42. Planuelas	42.00
43. Canal	43.00
44. Planuelas	44.00
45. Canal	45.00
46. Planuelas	46.00
47. Canal	47.00
48. Planuelas	48.00
49. Canal	49.00
50. Planuelas	50.00
51. Canal	51.00
52. Planuelas	52.00
53. Canal	53.00
54. Planuelas	54.00
55. Canal	55.00
56. Planuelas	56.00
57. Canal	57.00
58. Planuelas	58.00
59. Canal	59.00
60. Planuelas	60.00
61. Canal	61.00
62. Planuelas	62.00
63. Canal	63.00
64. Planuelas	64.00
65. Canal	65.00
66. Planuelas	66.00
67. Canal	67.00
68. Planuelas	68.00
69. Canal	69.00
70. Planuelas	70.00
71. Canal	71.00
72. Planuelas	72.00
73. Canal	73.00
74. Planuelas	74.00
75. Canal	75.00
76. Planuelas	76.00
77. Canal	77.00
78. Planuelas	78.00
79. Canal	79.00
80. Planuelas	80.00
81. Canal	81.00
82. Planuelas	82.00
83. Canal	83.00
84. Planuelas	84.00
85. Canal	85.00
86. Planuelas	86.00
87. Canal	87.00
88. Planuelas	88.00
89. Canal	89.00
90. Planuelas	90.00
91. Canal	91.00
92. Planuelas	92.00
93. Canal	93.00
94. Planuelas	94.00
95. Canal	95.00
96. Planuelas	96.00
97. Canal	97.00
98. Planuelas	98.00
99. Canal	99.00
100. Planuelas	100.00

**SIMBOLOGIA**

Línea roja: Línea de tubería de agua potable  
 Línea azul: Línea de tubería de agua fría  
 Línea verde: Línea de tubería de agua caliente  
 Línea amarilla: Línea de tubería de gas  
 Línea negra: Línea de tubería de drenaje  
 Línea gris: Línea de tubería de ventilación  
 Línea blanca: Línea de tubería de electricidad  
 Línea naranja: Línea de tubería de telecomunicaciones  
 Línea morada: Línea de tubería de fibra óptica  
 Línea rosa: Línea de tubería de agua de lluvia  
 Línea violeta: Línea de tubería de agua de mar  
 Línea azul claro: Línea de tubería de agua de río  
 Línea azul oscuro: Línea de tubería de agua de lago  
 Línea verde claro: Línea de tubería de agua de montaña  
 Línea verde oscuro: Línea de tubería de agua de campo  
 Línea amarilla claro: Línea de tubería de agua de ciudad  
 Línea amarilla oscuro: Línea de tubería de agua de zona industrial  
 Línea negra claro: Línea de tubería de agua de zona residencial  
 Línea negra oscuro: Línea de tubería de agua de zona comercial  
 Línea gris claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea gris oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea blanca claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea blanca oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea naranja claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea naranja oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea morada claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea morada oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea rosa claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea rosa oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea violeta claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea violeta oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea azul claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea azul oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea azul claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea azul oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea verde claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea verde oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea verde claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea verde oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea amarilla claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea amarilla oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea amarilla claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea amarilla oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea negra claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea negra oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea negra claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea negra oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea gris claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea gris oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea gris claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea gris oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea blanca claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea blanca oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea blanca claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea blanca oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea naranja claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea naranja oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea naranja claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea naranja oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea morada claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea morada oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea morada claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea morada oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea rosa claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea rosa oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea rosa claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea rosa oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea violeta claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea violeta oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea violeta claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea violeta oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea azul claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea azul oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea azul claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea azul oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea verde claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea verde oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea verde claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea verde oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea amarilla claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea amarilla oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea amarilla claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea amarilla oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea negra claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea negra oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea negra claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea negra oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea gris claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea gris oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea gris claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea gris oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea blanca claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea blanca oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea blanca claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea blanca oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea naranja claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea naranja oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea naranja claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea naranja oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea morada claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea morada oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea morada claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea morada oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea rosa claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea rosa oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea rosa claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea rosa oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea violeta claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea violeta oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea violeta claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea violeta oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea azul claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea azul oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea azul claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea azul oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea verde claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea verde oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea verde claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea verde oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea amarilla claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea amarilla oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea amarilla claro: Línea de tubería de agua de zona pública  
 Línea amarilla oscuro: Línea de tubería de agua de zona privada  
 Línea negra claro: Línea de tubería de agua de zona pública

