



**UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

---

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA POBLACIÓN DE LA MINTZITA, MUNICIPIO  
DE MORELIA, MICHOACÁN.”

**TESIS**

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

PRESENTA:  
**CARLOS ARTURO BARRIGA SAUCEDO**

ASESOR:  
**DR. ROBERTO GARCÍA ACEVEDO**

MORELIA, MICHOACÁN, ABRIL DE 2021

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

También quiero agradecer a mi familia, a quien amo con todo mi corazón y son mi motivo para salir adelante, por haberme apoyado durante estos cinco años y durante toda la vida. A mi hermosa madre Lucia, a mi papá Pedro, a mi hermano Juan Pedro, a mi hermano Daniel, y a mi hermana y madrina Boris.

Agradezco a mis profesores, que son un pilar fundamental en mi formación, y en especial a mi asesor de tesis Dr. Roberto García Acevedo, quien con sus conocimientos me apoyó a culminar mis estudios como ingeniero.

Por último, quiero agradecer a todos mis amigos y compañeros que me han apoyado a lo largo de este camino: Jovani Moisés, Juan Luis, Saúl Blancas, Francisco Javier, Jesús Alejandro, Nahúm, Emireth Vázquez, Nadia Carolina, Juan Daniel; juntos formamos un equipo de trabajo único y no solamente eso, sino también forjamos una amistad para toda la vida.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de tesis a la persona que desde que nací está apoyándome y guiándome en la vida: mi mamá Lucia Saucedo Calderón. Te amo mamá.

Atte. Carlos Arturo Barriga Saucedo

## CONTENIDO

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS .....	11
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	11
CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES .....	13
3.1. MARCO FÍSICO .....	13
3.1.1. HISTORIA.....	13
3.1.2. LOCALIZACIÓN Y GEOGRAFÍA .....	16
3.1.3. HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA.....	20
3.1.4. GEOLOGÍA .....	22
3.1.5. EDAFOLOGÍA.....	24
3.1.6. CLIMA.....	26
3.2. MARCO SOCIOECONÓMICO .....	29
3.2.1. NIVEL SOCIOECONÓMICO .....	29
3.2.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS .....	30
3.2.3. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS .....	33
CAPÍTULO 4. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	36
4.1. COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE .....	36
4.2. COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO.....	37
CAPÍTULO 5. ESTUDIOS PRELIMINARES .....	40
5.1. TOPOGRAFÍA .....	40
5.2. CONFIGURACIÓN DE LA TRAZA URBANA Y LÍMITE DE CRECIMIENTO. .	42
5.3. SUPERPOSICIÓN DE LA INFORMACIÓN PRELIMINAR.....	43
CAPÍTULO 6. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO .....	45
6.1. VARIABLES HIDRÁULICAS.....	46
6.2. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL Y DE PROYECTO, PERIODO DE DISEÑO Y VIDA ÚTIL .....	53
6.3. APORTACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.....	56
6.4. DETERMINACIÓN DE GASTOS DE DISEÑO (AGUA RESIDUAL) .....	57

6.5. PLANEACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (TIPO DE TRAZO CON BASE EN LA TOPOGRAFÍA) .....	61
6.5.1 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO .....	61
6.5.2. TRAZO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.....	70
6.6. PROYECTO GEOMETRICO (PROFUNDIDADES Y COTAS DE POZOS, LONGITUDES, PENDIENTES Y DIAMETROS DE TUBERÍAS) .....	71
6.6.1. COMPONENTES DEL SISTEMA Y POZOS DE VISITA. ....	71
6.6.2. DIÁMETROS DE LA RED Y PENDIENTES .....	78
6.7. REVISIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DISEÑADO .....	82
6.8. PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	84
PLANO 1. TOPOGRÁFICO Y PLANEACIÓN DEL SISTEMA .....	85
PLANO 2. PROYECTO GEOMÉTRICO. ....	87
PLANO 3. REVISIÓN HIDRÁULICA. ....	90
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
7.1. CONCLUSIONES .....	93
7.2. RECOMENDACIONES .....	94
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS .....	97
BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CONSULTADAS.....	97
CAPÍTULO 9. ANEXOS.....	99

## **RESUMEN**

Posteriormente al diseñar una red de agua potable aparece la necesidad de diseñar una red de alcantarillado sanitario, ya que después de utilizar el agua potable se tienen que desalojar las aguas negras para que a su vez se les dé una disposición final adecuada. El diseño de estas redes (tanto de agua potable como alcantarillado sanitario) son trabajo del Ingeniero Civil.

En esta tesis, se muestra el proceso de diseño de la red de alcantarillado sanitario de la población de La Mintzita, municipio de Morelia, Michoacán, mostrando la parte técnica del proyecto: planeación, diseño geométrico y diseño hidráulico.

Después del diseño, y como parte esencial del proyecto ejecutivo, debe realizarse un análisis de costos, considerando un catálogo de conceptos y precios unitarios, para llevarnos al costo real de la obra.

Palabras clave: alcantarillado, La Mintzita, diseño geométrico, diseño sanitario, revisión hidráulica.

## **ABSTRACT**

Subsequently, when designing a drinking water network, there is a need to design a sewage system, since after using the drinking water, the sewage has to be evacuated so that it can be properly disposed of. The design of these networks (both drinking water and sanitary sewerage) is the work of the Civil Engineer.

In this research, the design process of the sewerage network of the town of La Mintzita, municipality of Morelia, Michoacán, is shown the technical part of the project: planning, geometric design and hydraulic design.

After the design, and as an essential part of the executive project, a cost analysis must be performed, considering a catalog of concepts and unit prices, to carry out to the real cost of the work.

Keywords: sewerage, La Mintzita, geometric design, sanitary design, hydraulic review.



# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN



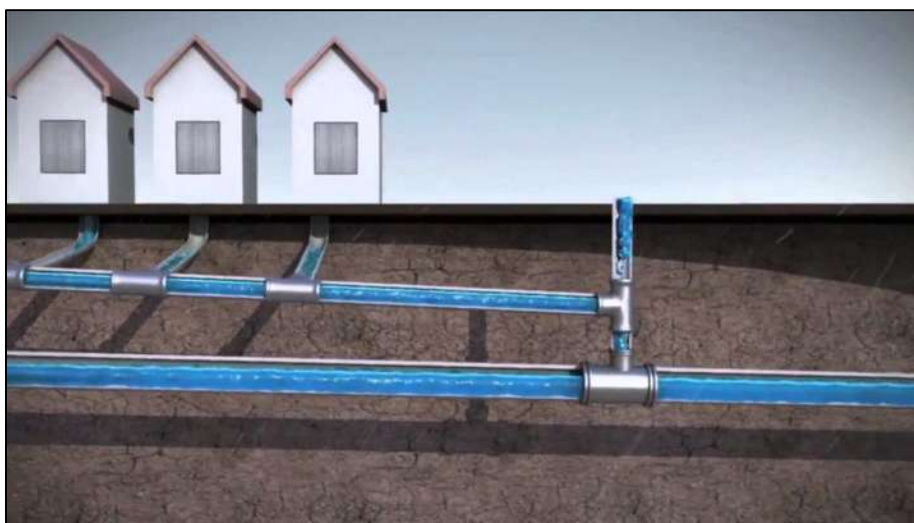
## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Una red de alcantarillado es aquella que transporta las aguas residuales de hogares y empresas hacia la(s) Planta(s) Tratadora(s) de Aguas Residuales (P.T.A.R.). Tras darle saneamiento a las aguas residuales, estas aguas limpias, se vierten nuevamente en un cuerpo de agua.

Por lo mencionado anteriormente, es que, al drenaje, se le considera como un servicio básico. El acceso al agua potable y alcantarillado sanitario son servicios imprescindibles para prevenir enfermedades infecciosas y de esta manera proteger la salud de la población.

Anteriormente, en México al igual que en otros países en vías de desarrollo, el gobierno daba más importancia a la red de agua potable, dejando a futuro la construcción de la red de alcantarillado, es por esto que existen muchas poblaciones en donde existe solamente la red de agua potable, inclusive, existen calles ya pavimentadas con ausencia del servicio de alcantarillado sanitario.

En la actualidad se procura construir ambas redes antes de pavimentar, no obstante, aún no es acorde la relación de las redes de agua potable con las redes de alcantarillado sanitario.



*Ilustración 1. Desalojo de aguas negras de los hogares hacia la Red de Drenaje.*



En este proyecto, se aborda la parte de ingeniería básica para una red de alcantarillado sanitario en la comunidad de La Mintzita, municipio de Morelia.

Dicho proyecto se eligió porque de acuerdo a la Comisión Estatal del Agua y Gestión de Cuencas (CEAC), una fracción de la población de la comunidad de La Mintzita carece de este servicio; motivo por el cual los habitantes exigen a las autoridades que ya se construya la red de drenaje en la zona faltante.

En este proyecto se aportan los conocimientos obtenidos a lo largo de la Licenciatura en Ingeniería Civil, pues se trata de un proyecto multidisciplinario, ya que, aunque la materia fundamental es Alcantarillado Sanitario y Pluvial, también se toman en cuenta otras materias, como lo es Topografía, Funcionamiento Hidráulico de Canales, Taller de Ingeniería, etc., por mencionar algunas.

Cabe mencionar, que este proyecto está alineado con las especificaciones técnicas establecidas en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (M.A.P.A.S) de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), del Gobierno Federal.

De manera simultánea, también se presentan los planos de la población ya mencionada anteriormente, donde se muestra la red que se diseñó para su correcto funcionamiento hacia a la población.

Se diseñó la red con una salida del agua residual hacia una Planta Tratadora de Aguas Residuales (P.T.A.R.), para que el agua sea tratada antes de ser vertida en un cuerpo de agua, para que así, además de apegarnos a la normativa de CONAGUA, también contribuyamos con el cuidado del medio ambiente.



## CAPÍTULO 2

## OBJETIVOS



## **CAPÍTULO 2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar el proyecto de ingeniería básica de una red de alcantarillado sanitario que satisfaga las necesidades de los habitantes de manera adecuada cumpliendo las normativas aplicables a este proyecto.

### **2.2. OBJETIVOS PARTICULARES**

1. Poner en un contexto real la situación de la población La Mintzita, para que el proyecto atienda a los lineamientos sociales, económicos y culturales de la comunidad.
2. Hacer una planeación adecuada de la red de alcantarillado acorde a la topografía para garantizar el desalojo rápido de aguas negras y el buen funcionamiento de la red.
3. Elaborar el proyecto geométrico para obtener longitudes, pendientes y diámetros de las tuberías, así como las profundidades y cotas de pozos de visita, ya que estos datos son necesarios para la construcción de la red.
4. Verificar que se cumplan las diferentes variables hidráulicas para estar acorde a la normatividad vigente.
5. Evitar focos de infección en la población para favorecer las condiciones sanitarias de la zona y la salud pública.



# CAPÍTULO 3

## ANTECEDENTES



## **CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES**

En este capítulo se van a describir algunos de los antecedentes históricos, así como características propias de la comunidad de La Mintzita que nos servirán para poner en contexto el proyecto.

### **3.1. MARCO FÍSICO**

#### **3.1.1. HISTORIA**

##### ***Cronología de Hechos Históricos del Área.***

- 1902 Inicia la construcción de la Presa La Mintzita.
- 1976 Inicia operaciones CEPAMISA.
- 1984 Conflicto entre el H. Ayuntamiento de Morelia y CEPAMISA por el control del Manantial La Mintzita.
- 1986 Se publica el Decreto Federal que establece que las aguas del Manantial La Mintzita son para fines exclusivamente urbanos.
- 1986 La ciudad de Morelia comienza a abastecerse de agua procedente del Manantial La Mintzita.
- 1988 Madrigal y Rzedowski describen en el Acta Botánica Mexicana al zapote prieto (*Diospyros xolocotzii*) como una nueva especie micro-endémica del área.
- 1991 El H. Ayuntamiento de Morelia exige a CEPAMISA una indemnización de tres millones de pesos por el aprovechamiento del Manantial La Mintzita.

- 1991 Como resultado de diferentes movilizaciones que exigían su cierre, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología clausura CEPAMISA, semanas después es reabierta.
- 1991 La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo realiza un estudio de las aguas residuales de CEPAMISA, sin encontrar niveles significativos de contaminación fuera de la norma.
- 1994 CEPAMISA se declara en quiebra, por lo que recibe el apoyo gubernamental para continuar con su operación.
- 1994 CRISOBA recibe de la Comisión Nacional del Agua el Título de Concesión para el aprovechamiento de 550 litros por segundo del Manantial La Mintzita
- 1995 El H. Ayuntamiento de Morelia cerca el Manantial La Mintzita, desencadenando numerosos conflictos en el área, por lo que queda inconcluso.
- 1997 El H. Ayuntamiento de Morelia inicia las gestiones para la Declaratoria de Área Natural Protegida del Manantial La Mintzita.
- 2002 Asentamientos irregulares en la parte Norte-Oeste del Manantial La Mintzita.
- 2003 La Secretaria de Urbanismo y Medio Ambiente solicita al Gobierno del Estado la creación de un Fideicomiso para el pago de servicios ambientales del “Manantial La Mintzita”.
- 2005 Se publica el Decreto del Área Natural Protegida “Manantial La Mintzita”.
- 2005 La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo inicia la elaboración del Plan de Manejo del área, el cual queda inconcluso debido a la problemática social.

- 2008 Por iniciativa de la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Sesenta Legislatura de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, se realiza un inventario ante notario público de los zapotes prietos del área, se contabilizan 54 ejemplares.
- 2008 El H. Ayuntamiento de Morelia recibe de la Comisión Nacional del Agua el Título de Concesión para el aprovechamiento de 1,100 litros por segundo del Manantial La Mintzita.
- 2009 El Área Natural Protegida "Manantial La Mintzita" es declarada sitio RAMSAR.

*Fuente: Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Preservación Ecológica "Manantial La Mintzita".*

## 3.1.2. LOCALIZACIÓN Y GEOGRAFÍA

### 3.1.2.1. Ubicación

#### a) Macrolocalización

La ciudad de Morelia se localiza en el centro-occidente de México, siendo la capital del estado de Michoacán de Ocampo y cabecera del municipio homónimo. La urbe está situada en el valle de Guayangareo, formado por un repliegue del Eje Neovolcánico Transversal, en la región Morelia del estado, en el centro-occidente del país, a una altitud superior a 1900 m.s.n.m.

A su vez, la ciudad de Morelia se localiza al noreste del Estado de Michoacán.

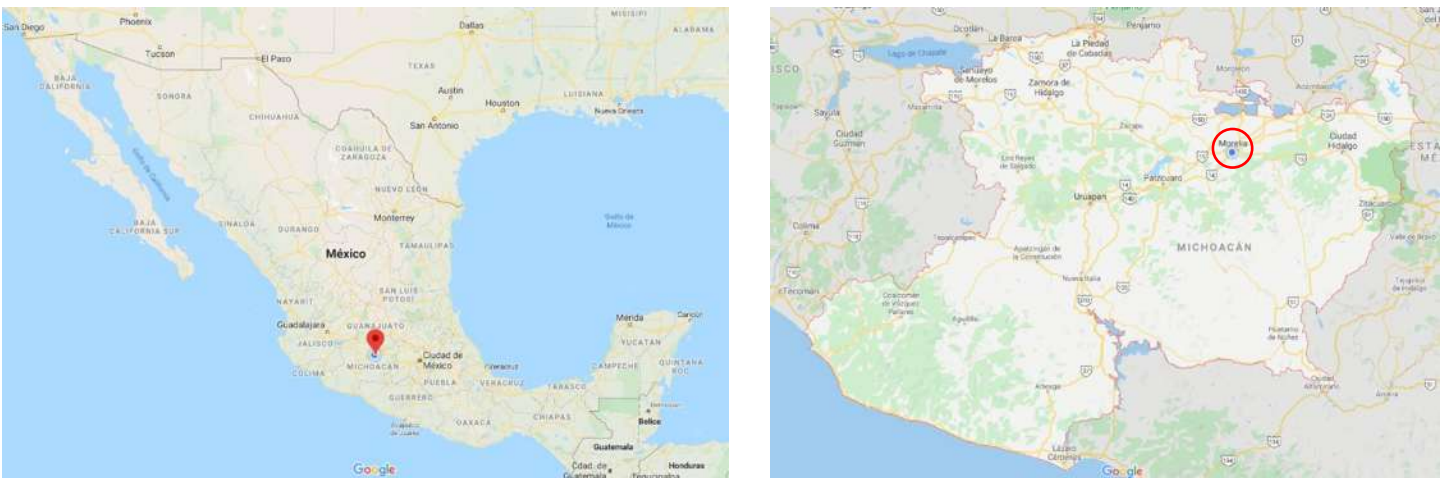


Figura 1. Ubicación de la ciudad de Morelia – Macrolocalización.



## b) Microlocalización

De manera más específica, la comunidad de la Mintzita se localiza al Sur-Oeste de la ciudad, y colinda al Norte con el Ejido de San Juanito Itzícuaró, al Sur con el Ejido de Cointzio, el Este con la Tenencia Morelos, Emiliano Zapata, Cointzio y la papelera, al Oeste con San Javier y San Nicolás Obispo y al Norte-Oeste con el asentamiento irregular conocido como Jardines de la Mintzita.



Figura 2. Ubicación de La Mintzita.

Fuente: Captura de Google Maps.

## **Caminos y Vías de Acceso**

La zona es de fácil acceso y se encuentra bien comunicada, los principales caminos son la Carretera Federal 14, de peaje, que comunica las ciudades de Morelia y Pátzcuaro, y la Carretera Federal 15, Morelia-Guadalajara, que es un camino de libre acceso; además de caminos estatales como la Carretera 53, que interconecta los poblados de Acuitzio y Tiripetío con la Carretera Federal 14, y terracerías que unen poblaciones de menor importancia. La vía de ferrocarril, que atraviesa la zona, enlaza el puerto de Lázaro Cárdenas con la capital del estado. Dentro del área existe un acceso que comunica a la papelerera con el Balneario Cointzio y la ciudad de Morelia, por el cual accede el personal de Kimberly-Clark y Grupo Papelero Scribe. Existe también una carretera de asfalto que comunica a la comunidad de La Mintzita (Piedra Dura) con la Planta Potabilizadora La Mintzita en la parte Norte-Oeste del área.



*Figura 3. Vías de acceso y caminos de La Mintzita.*

*Fuente: Google Earth.*

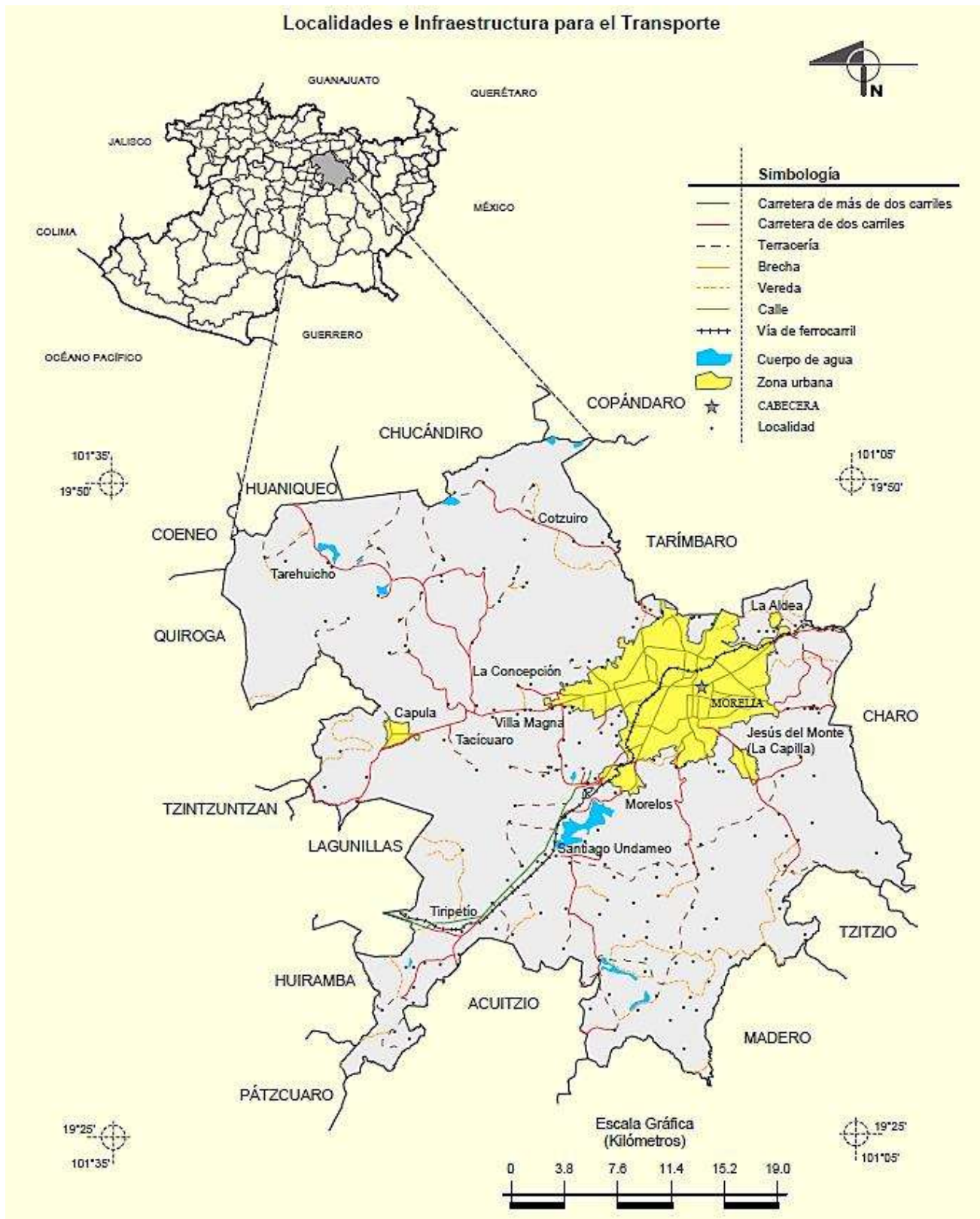


Figura 4. Mapa de localidades e infraestructura para el transporte de la ciudad de Morelia, Mich.

Fuente: *Prontuario de información geográfica de Morelia, Michoacán de Ocampo.*

### 3.1.3. HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA

#### **Hidrografía**

La Mintzita cuenta con un área natural protegida; se trata del “Manantial La Mintzita”. Se ubica en la Sub-Cuenca del Lago de Cuitzeo de la Cuenca Lerma-Chapala-Santiago o Región Hidrológica No. 12 (INEGI, 1980). Aquí sus principales ríos son el Grande y el Chiquito. Su presa más importante y que se encuentra dentro del área, es la de Cointzio, aunque cuenta con otras menores como la de Umécuaro. También son importantes los manantiales de aguas termales de la zona estudio, que son aprovechados como balnearios, figurando los de Cointzio, El Ejido y El Edén. En éstos parte del agua que utilizan es canalizada para ser aprovechada en el riego agrícola (Servicio Geológico Mexicano, 2008). Cuando se construyó la Presa La Mintzita en 1902, contaba con una superficie de 28 hectáreas, aunque en la actualidad su superficie está reducida a sólo 18 hectáreas. El agua del manantial es vertida directamente al Río Grande y, el resto es utilizado para abastecer a la ciudad de Morelia. Finalmente, las empresas Kimberly-Clark y Grupo Papelero Scribe, también se abastecen del agua del manantial y una vez que es utilizada la vierten también al Río Grande, en donde más adelante servirá como agua de riego en el Valle de Morelia-Queréndaro (Ferreira, 1995). Las principales fuentes de agua para la ciudad de Morelia son los pozos profundos, los cuales dotan a la ciudad del 40.38% del agua que consume a diario. De los manantiales, La Mintzita es el que mayor cantidad de agua proporciona, 1,041.11 litros por segundo, que representan 33.09% del agua que consume la ciudad, un volumen mayor que el que aporta incluso la Presa Cointzio con 834.87 litros por segundo, que representan 26.53% del agua de la ciudad (Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Morelia 2009). Los problemas y los riesgos

inherentes al mal manejo que se presentan en esta fuente de agua son evidentes.

### **Hidrología**

En el Cerro del Águila y la Loma del Divisadero, colindantes al área, existen derrames volcánicos de roca basáltica, altamente permeables, que permiten una rápida infiltración del agua y cuyo exceso se manifiesta a través de los manantiales, presentes o asociados a las fallas presentes en el área. Estas fallas en el área, controlan y alinean la dirección del flujo subterráneo del agua en la zona (Servicio Geológico Mexicano 2008).

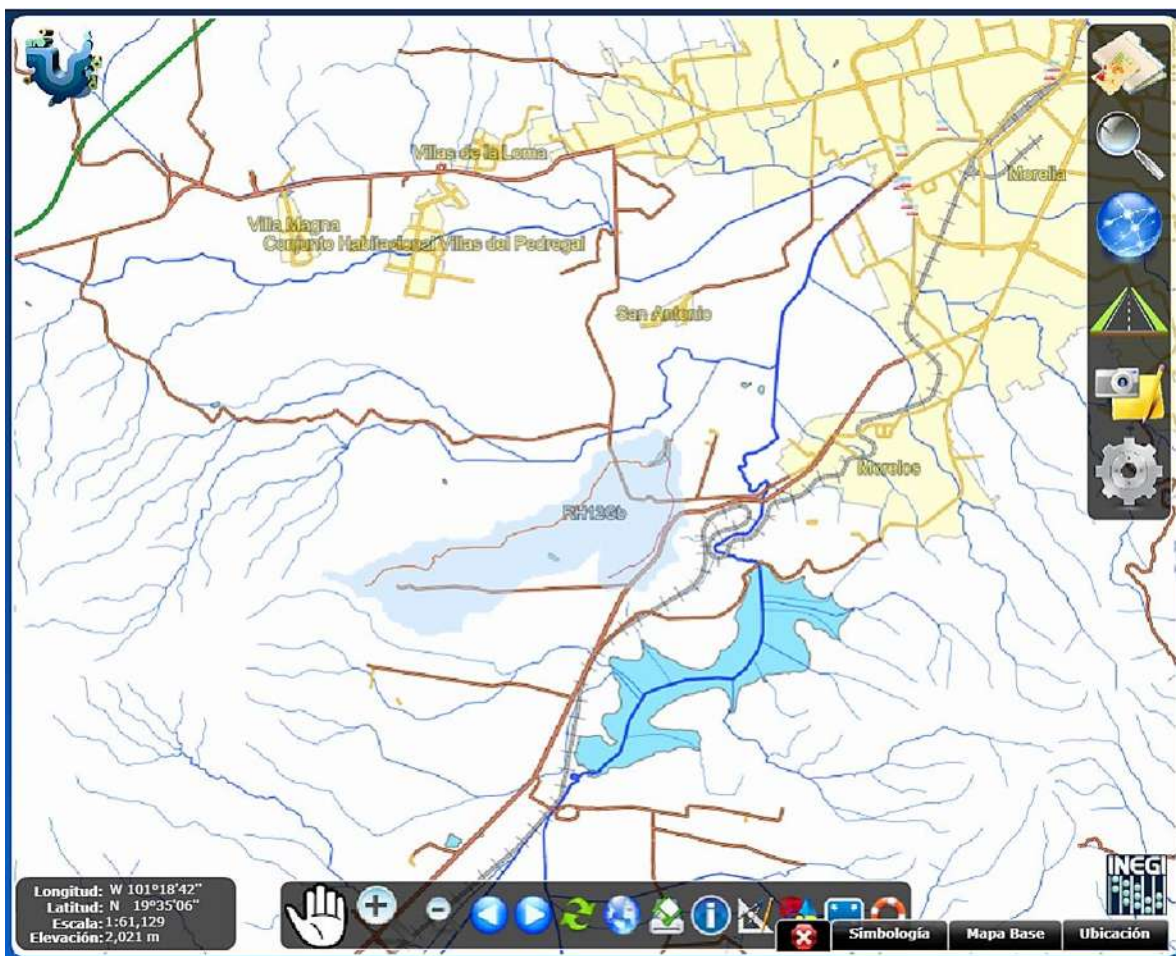


Figura 5. Cuenca hidrográfica de la zona en estudio.  
Fuente: Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) INEGI.

### 3.1.4. GEOLOGÍA

Al sur del municipio de Morelia, en donde se localiza el área de estudio, predominan volcanes formados en el Mioceno, característicos de la Sierra Madre del Sur, como es el caso de la Sierra de Mil Cumbres. En la región existe un sistema un sistema de fallas activo, asociados al sistema Morelia-Acambay con dirección Este-Oeste, paralelo a la trinchera Mesoamericana. El Área Natural Protegida "Manantial La Mintzita" se localiza en una falla de tipo normal, que la atraviesa al Sur en dirección Norte-Este y Sur-Oeste a la altura del Balneario Cointzio. La litología de la zona está caracterizada por su origen volcánico y por los procesos tectónicos de fallas activas que origina la dinámica de tectónicas del área y movimientos de bloques tectónicos.

Periodo Roca	Plioceno-Cuaternario (48.90%), Neógeno (34.55%) y Cuaternario (6.72%) Ígnea extrusiva: basalto (50.04%), andesita-brecha volcánica intermedia (14.61%), toba ácida (10.55%), dacita-brecha volcánica ácida (6.06%), dacita (1.14%), brecha volcánica básica (0.77%), volcanoclástico (0.41%), riolita (0.38%), andesita (0.24%), toba básica (0.18%) y toba intermedia-brecha volcánica intermedia (0.13%) Sedimentaria: conglomerado (0.29%) Suelo: aluvial (5.16%) y lacustre (0.22%)
Sitios de interés	Banco de material: agregados

*Tabla 1. Geología de la ciudad de Morelia.*

*Fuente: Prontuario de información geográfica de Morelia, Michoacán de Ocampo.*

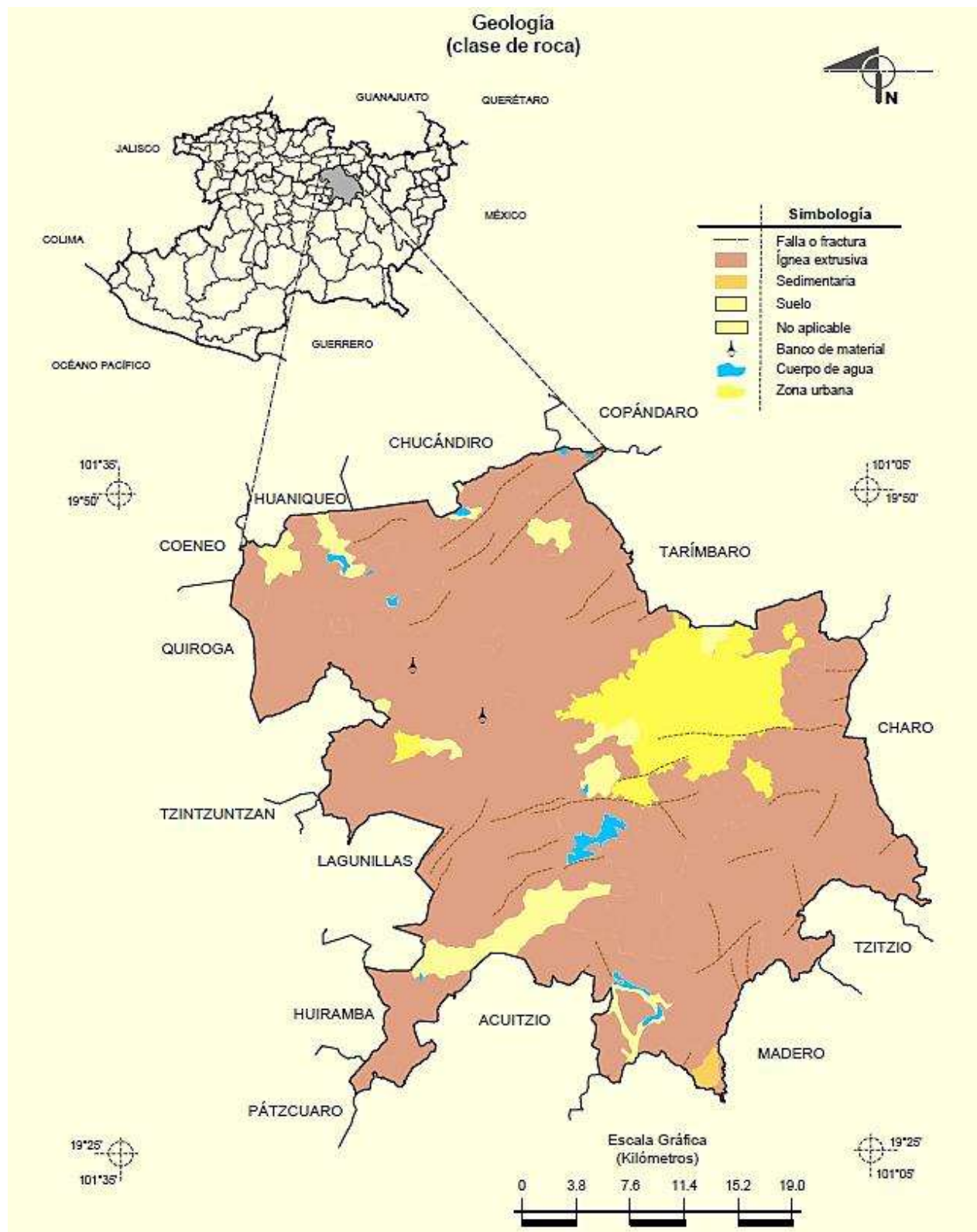


Figura 6. Mapa geológico de la ciudad de Morelia, Mich.

Fuente: Prontuario de información geográfica de Morelia, Michoacán de Ocampo.

### 3.1.5. EDAFOLOGÍA

El luvisol crómico se ubica en la parte Norte del área, la cual ha sido desprovista casi en su totalidad de la vegetación original para el desarrollo de la agricultura de temporal. Este tipo de suelos presenta colores rojos o amarillentos y posee un rendimiento agrícola moderado, en tanto que su uso forestal generalmente brinda muy buenos rendimientos. Al Sur del área los tipos de suelo son el litosol, un tipo de suelo con la base de piedra o tepetate a muy poca profundidad y; el acrisola órtico, con numerosas arcillas y bajos rendimientos en la agricultura. En la parte alta de la zona del manantial, la cual posee una pendiente muy inclinada y en donde por esta razón la actividad agrícola es menor. Alrededor del vaso, el suelo es del tipo vertisol pélico, suelos arcillosos y de color pardo o rojizo, su utilización agrícola es variada y muy productiva, se caracteriza por el hecho de que son pegajosos cuando son húmedos y muy duros cuando son secos, en la zona del manantial ocupan las partes más importantes para la conservación.

Suelo dominante	Luvisol (50.59%), Andosol (13.22%), Vertisol (9.57%), Leptosol (9.27%), Phaeozem (6.24%), Planosol (0.75%) y Regosol (0.14%)
-----------------	--

*Tabla 2. Edafología de la ciudad de Morelia, Mich.*

*Fuente: Prontuario de información geográfica de Morelia, Michoacán de Ocampo.*



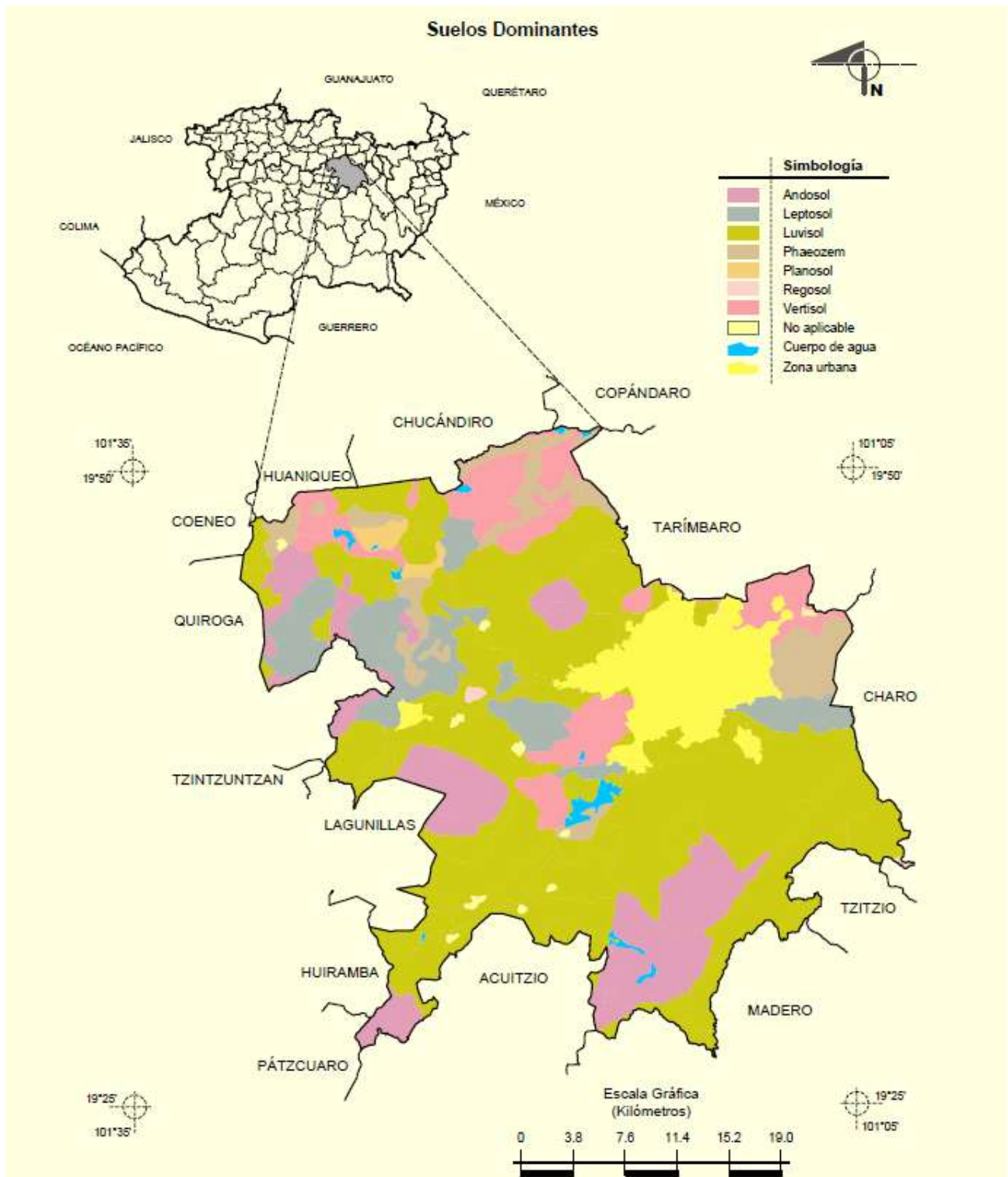


Figura 7. Mapa edafológico de la ciudad de Morelia, Mich.

Fuente: *Prontuario de información geográfica de Morelia, Michoacán de Ocampo.*

### 3.1.6. CLIMA

En la zona de estudio se cuenta con una estación climatológica, ubicada en la cortina de la Presa Cointzio. En la estación se han registrado temperaturas bajas del orden de 1.7, siendo enero de 1973 el mes más frío reportado en esta estación con 1.7 °C. De la misma manera, los rangos máximos son en promedio de 24.6 °C, con la temperatura más alta reportada de 32.2 °C, en abril de 1963. La temperatura media de esta zona es de 17.2 °C. El área de estudio es más húmeda con respecto a otras del municipio de Morelia, como es el caso de la región norte que tiende a ser más árida. La razón de presentar una mayor humedad se deriva de la fuerte influencia de los vientos húmedos que llegan del Sur-Oeste del valle de Morelia procedentes de las cuencas de los lagos de Pátzcuaro y Zirahuén. Una vez que se precipita la mayor parte de las lluvias sobre el Valle de Morelia se inicia un clima de transición hacia el norte con menor nubosidad y humedad lo que en consecuencia limita la abundancia de lluvia. Asimismo, en la estación Presa Cointzio, la precipitación anual promedio es de 810.36 mm. En primavera se alcanza un promedio de precipitación de 65.09 mm (8.03% del total anual de precipitación), en verano 492.3 mm (60.75%), otoño 220.14 mm (27.16%) y en invierno de 32.83 mm (4.05%). En los seis meses cálidos, es decir, de Abril a Septiembre, la precipitación es de 692.06 milímetros.

Rango de temperatura	12 - 22°C
Rango de precipitación	600 - 1 500 mm
Clima	Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (74.67%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (23.98%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (0.65%), semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (0.39%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (0.31%)

*Tabla 3. Clima de la ciudad de Morelia, Mich.*

*Fuente: Prontuario de información geográfica de Morelia, Michoacán de Ocampo.*

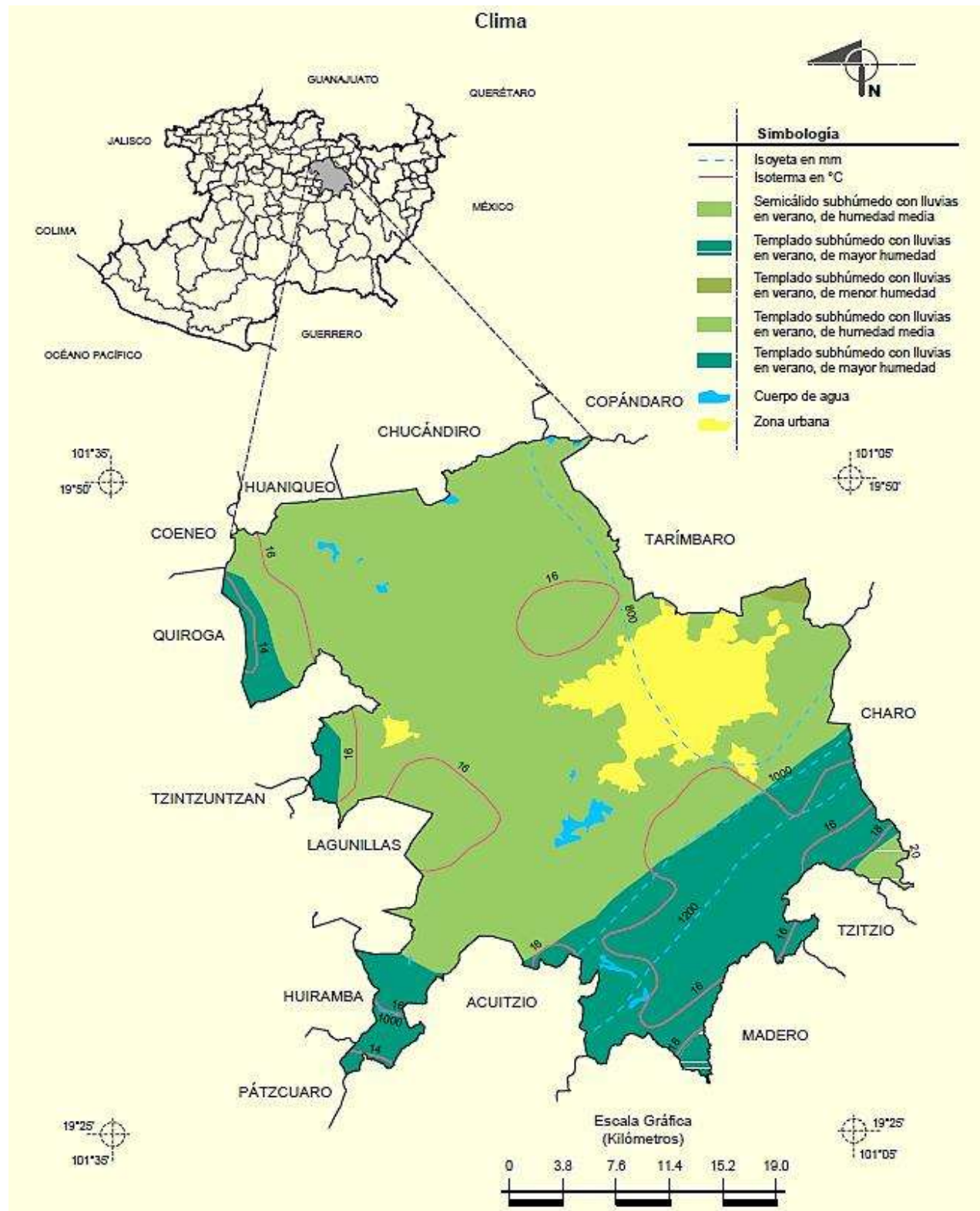


Figura 8. Clima de la ciudad de Morelia, Mich.

Fuente: Prontuario de información geográfica de Morelia, Michoacán de Ocampo.

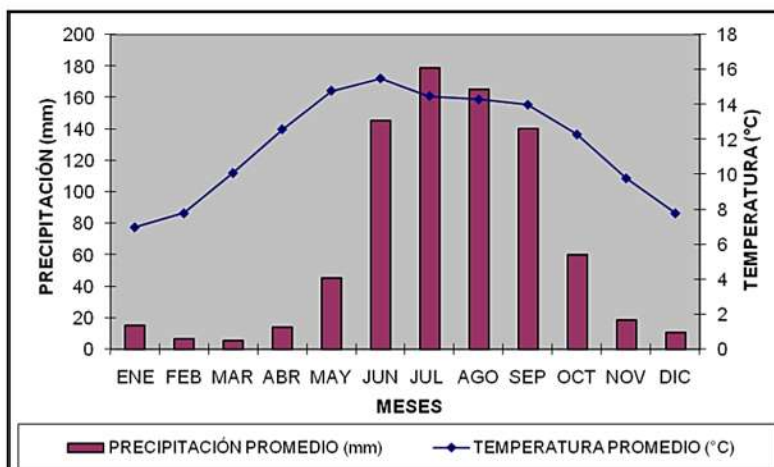


Gráfico 1. Precipitación y temperatura promedio de la Estación Presa Cointzio del Municipio de Morelia, Mich.

MES	Precipitación Promedio (mm)	Temperatura Promedio (°C)
Enero	15.40	7.00
Febrero	7.10	7.80
Marzo	5.80	10.10
Abril	14.20	12.60
Mayo	45.70	14.80
Junio	145.60	15.50
Julio	178.90	14.50
Agosto	165.10	14.30
Septiembre	140.20	14.00
Octubre	60.10	12.30
Noviembre	19.00	9.80
Diciembre	10.80	7.80

Tabla 4. Precipitación y temperatura promedio de la Estación Presa Cointzio del municipio de Morelia, Mich.

Fuente: Base de datos climatológica nacional (CLICOM)

## **3.2. MARCO SOCIOECONÓMICO**

### **3.2.1. NIVEL SOCIOECONÓMICO**

La población total del municipio de Morelia en 2010 fue de 729 279 personas. De acuerdo a la medición de pobreza a nivel municipal, el 38% de la población se encontraba en situación de pobreza y el 5.9% en pobreza extrema.

En 2010, el municipio contaba con 290 localidades: 278 de ellas rurales (con menos de 2500 habitantes) y 12 urbanas (con 2500 o más habitantes). De estas, 23.8% eran de muy bajo rezago social, 25.9% de bajo rezago social, 22.1% de medio rezago social y 6.9% de alto rezago social

En 2010 el promedio de ocupantes por vivienda ascendió a nivel municipal a 4 personas

**Nota: Esta información fue consultada en el 2020 en base a la información más reciente hasta el momento, de acuerdo al informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2015**

<b>Grado de rezago social</b>	Muy Bajo
<b>Población total</b>	729,279
<b>Pobreza multidimensional</b>	<b>Porcentaje del total de población</b>
<b>Población en situación de pobreza</b>	38.0
<b>Población en situación de pobreza extrema</b>	5.9

*Tabla 5. Información municipal.*

*Fuente: Elaboración de SEDESOL con base en información del INEGI y CONEVAL.*

### 3.2.2. ACTIVIDADES ECONÓMICAS

De acuerdo con el INEGI (2010), el sector predominante dentro del municipio de Morelia, es el Sector III, correspondiente al comercio y servicios; no obstante, en la zona aledaña, la actividad es diversa, especialmente la población se dedica a la agricultura de temporal, la ganadería, artesanía. Una parte considerable de la población se desplaza hacia la ciudad de Morelia para trabajar, principalmente en el ámbito del comercio y servicios. Destaca la industria papelera establecida en la parte Norte del manantial La Mintzita, sin embargo la población aledaña no obtiene beneficios directos de la misma, ya que la mayoría del personal que labora en la planta proviene de la ciudad de Morelia.

*Fuente: Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Preservación Ecológica "Manantial La Mintzita".*

De manera más específica para el municipio de Morelia, de acuerdo al documento Zonas Metropolitanas de los Estados Unidos Mexicanos. Censos Económicos 2009, publicado por el INEGI edición 2012, las principales actividades económicas de la ciudad son el comercio y servicios (sector terciario) seguido de la industria de la construcción y la manufacturera, registrándose que para ese mismo periodo el sector servicios contribuyó con el 38.7% del total del personal ocupado, mientras que el sector comercio participó con el 35.9%, por su parte el sector manufacturero empleo el 12.9% del total del personal ocupado, mientras que el resto 12.5% se empleó en otros sectores económicos.

Al 31 de diciembre del año 2010, se tenía un Porcentaje de trabajadores permanentes y eventuales urbanos afiliados al IMSS de 45.8%, casi cubriendo la mitad de los trabajadores. Por sector económico las características del destino Morelia son:

**Industria:** Morelia, no obstante, su importante crecimiento demográfico, ha tenido un desarrollo industrial lento comparado con el de muchas otras ciudades del centro y del norte del país, debido sobre todo a la falta de infraestructura adecuada para la actividad, así como la poca promoción a las inversiones de tipo industrial en todo el Estado.

**Turismo:** Morelia concentra un importante patrimonio arquitectónico, histórico y cultural, ubicado principalmente en el Centro Histórico de la Ciudad, por lo que fue declarada por la UNESCO como Ciudad Patrimonio de la Humanidad. La ciudad presenta el mayor volumen de oferta turística, es el referente de mayor afluencia de turismo nacional e internacional del estado de Michoacán y representa el destino base de distintas rutas turísticas como la Ruta Don Vasco y la Ruta de la Salud. Se localiza cerca de poblaciones con tradiciones y escenarios naturales, como Los Azufres y los lagos de Pátzcuaro y de Cointzio, entre otros sitios. En la cabecera del municipio se desarrolla una importante actividad turística, para ello cuenta con importante infraestructura de la que destacan hoteles, restaurantes, agencias de viajes, clubes deportivos, balnearios, centro de convenciones, planetario, orquidiario, parque zoológico, estadios, entre otros.

En el municipio también hay atractivos naturales de los que destacan los siguientes: Cueva de la Joya, en Capula; Cañada del Cañón, en Capula; La Peña, en Atécuaro; Grutas de la Escalera, en Cuto de la Esperanza; balnearios de Cointzio, el Edén y el Ejido, en la Tenencia Morelos; bosque en Jesús del Monte; Presa de Umécuaro, en Santiago Undameo; Presa Cointzio, en Santiago Undameo; Cerro del Águila, con 2,800 metros sobre el nivel del mar, en Tacícuaro; Manantial del Bañito, en Tiripetío; Cráter de la Alberca, en Teremendo; Cerro del Tzirate, en Teremendo; Bosque Lázaro Cárdenas, en Morelia.

**Comercio:** Morelia se ha caracterizado por su intensa actividad comercial, es centro de abasto para poblaciones de menor densidad demográfica en el estado. Actualmente cuenta con tiendas de gran tradición, así como con plazas comerciales modernas, con establecimientos dedicados a toda clase de giro orientados a todo el espectro del consumo moderno.

**Servicios:** La mayor parte de las empresas dedicadas a los servicios se concentran en la cabecera municipal, y cuenta con prácticamente toda la oferta de servicios tanto básicos como especializados.

**Sector Primario:** Este sector no es significativo en el municipio, de manera que contempla un 6.64% dentro de la actividad económica. Se llevan a cabo algunas actividades relacionadas con agricultura y silvicultura. Las actividades económicas de las localidades más grandes del municipio son las siguientes:

- *Atapaneo:* Sus principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería.
- *Atécuaro:* Sus principales actividades económicas son la agricultura y obtención de resinas de pino.
- *Capula:* Sus principales actividades económicas son la alfarería, agricultura y la ganadería.
- *Jesús del Monte:* Sus principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería.
- *Morelos:* Sus principales actividades económicas son la agricultura y el comercio.
- *Santiago Undameo:* Sus principales actividades económicas son la agricultura, ganadería y fabricación de tabiques.
- *Tiripetío:* Su principal actividad económica es la agricultura.



### 3.2.3. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

<b>Localidad:</b>	La Mintzita
<b>Clave geoestadística:</b>	160530198
<b>Área Geoestadística Estatal:</b>	Michoacán de Ocampo
<b>Área Geoestadística Municipal:</b>	Morelia
<b>Latitud:</b>	19°39'07.418" N
<b>Longitud:</b>	101°16'39.251" W
<b>Altitud:</b>	1891
<b>Carta topográfica:</b>	E14A23
<b>Tipo:</b>	Rural

Tabla 6. Datos generales de la localidad La Mintzita, municipio de Morelia, Mich.

Fuente: INEGI, 2020.



Figura 9. Ubicación de la localidad La Mintzita dentro del municipio de Morelia.

Fuente: INEGI, 2020.

#### Histórico de movimientos

Nombre de localidad geoestadística	Área Geoestadística Municipal	Categoría política	Categoría administrativa	Origen de modificación
Mintzita	Morelia	Congregación		Decreto No. 48 del 16 de noviembre de 1948.
La Mintzita	Morelia	Congregación		Decreto No. 94 del 26 de diciembre de 1949. Cambio de nombre de localidad.
La Mintzita	Morelia	Congregación		Censo de 1950.
La Mintzita	Morelia	Congregación		Censo de 1960.
La Mintzita	Morelia	Congregación		Censo de 1970. Baja de localidad.
La Mintzita	Morelia	Rancho		Censo de 1980. Localidad rehabilitada. Cambio de categoría política.
La Mintzita	Morelia	Indefinida		Censo de 1990.
La Mintzita (Piedra Dura)	Morelia	Indefinida		Conteo de 1995.
La Mintzita (Piedra Dura)	Morelia	Indefinida		Censo de 2000.
La Mintzita (Piedra Dura)	Morelia	Indefinida		Conteo de 2005.
La Mintzita (Piedra Dura)	Morelia	Indefinida		Censo de 2010.

Tabla 7. Modificaciones de nombre y categoría de la población a través del tiempo.

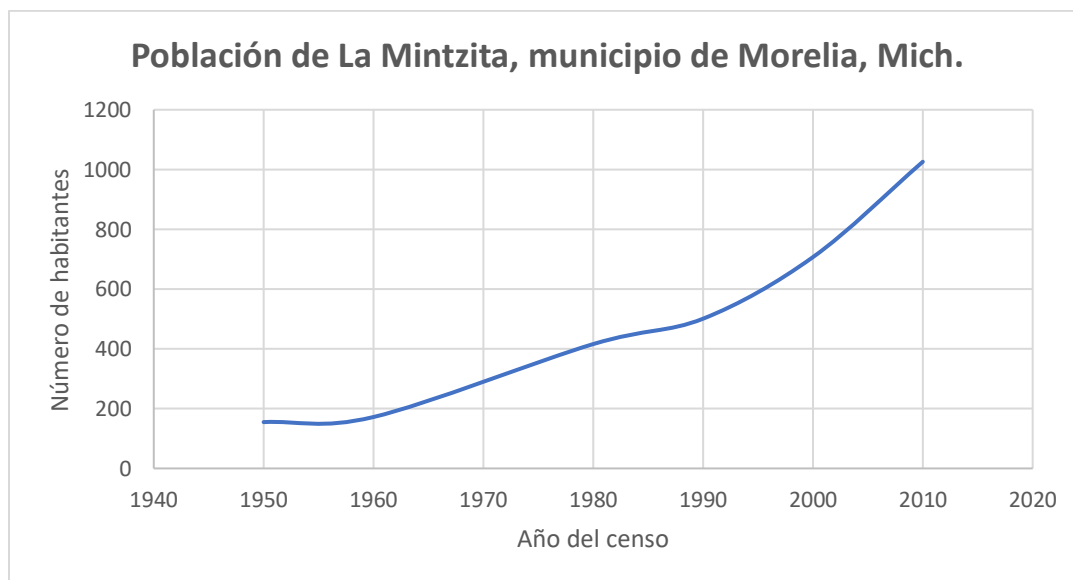
FUENTE: INEGI, 2020.

Evento censal	Fuente	Total de habitantes	Hombres	Mujeres
1950	Censo	155	86	69
1960	Censo	172	91	81
1980	Censo	416	203	213
1990	Censo	501	230	271
1995	Conteo	785	370	415
2000	Censo	707	336	371
2005	Conteo	1314	639	675
2010	Censo	1026	508	518

Tabla 8. Datos de los censos y conteos realizados por INEGI.

Fuente: INEGI, 2020.

De acuerdo al último censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía Informática (INEGI) en el año 2010, la población total de la localidad La Mintzita fue de 1026 habitantes, de los cuales fueron 508 hombres y 518 mujeres.



**Nota:** Se están considerando únicamente los censos.

Gráfico 2. Población de La Mintzita a través del tiempo

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de INEGI, 2020.

## CAPÍTULO 4



# ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO



## **CAPÍTULO 4. ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

### **4.1. COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE**

La población de “La Mintzita”, municipio de Morelia, Michoacán, tiene en total 276 viviendas, de las cuales 229 están habitadas y 47 deshabitadas.

Del total de viviendas (considerando las habitadas y las deshabitadas) existen 80 que no cuentan con agua potable entubada, sin embargo, es común en la población La Mintzita que en algunos hogares se cuente con algún pozo de agua del cual se extraiga agua para las necesidades básicas del hogar.

El agua potable que abastece a la localidad de la Mintzita procede del manantial “La Mintzita”.

Cabe mencionar que este manantial no solamente abastece a la comunidad de La Mintzita, sino a gran parte de la población de la ciudad de Morelia.

<b>Población</b>	<b>Total de viviendas</b>	<b>Viviendas habitadas</b>	<b>Viviendas deshabitadas</b>	<b>Viviendas que disponen de agua potable</b>
<b>La Mintzita</b>	276	229	47	196

Tabla 9. Viviendas con servicios de agua potable en la población de La Mintzita, municipio de Morelia, Mich.

Fuente: Inventario Nacional de Viviendas INEGI, 2020.

## **4.2. COBERTURA DE LOS SERVICIOS DE ALCANTARILLADO**

De acuerdo al Inventario Nacional de Viviendas, en la población de “La Mintzita”, municipio de Morelia, Mich., hay en total 276 viviendas, de las cuales solamente 173 cuentan con el servicio de alcantarillado sanitario.

Haciendo una comparativa entre la cobertura de agua potable y alcantarillado podemos mencionar la existencia de 23 viviendas que cuentan con el servicio de agua potable pero carecen del servicio de alcantarillado.

<b>Población</b>	<b>Total de viviendas</b>	<b>Viviendas habitadas</b>	<b>Viviendas deshabitadas</b>	<b>Viviendas que disponen del servicio de drenaje</b>
<b>La Mintzita</b>	276	229	47	173

Tabla 10. Viviendas con servicio de alcantarillado sanitario en la población de La Mintzita, municipio de Morelia, Mich.

Fuente: Inventario Nacional de Viviendas INEGI, 2020.

La población de La Mintzita cuenta con un sistema de alcantarillado el cual se construyó hace aproximadamente 35 años, por lo que podemos deducir que ya cumplió su vida útil, pues la comunidad ha sufrido una gran serie de cambios dado que al paso de los años la comunidad de La Mintzita ha ido creciendo con nuevas construcciones. Aunado a lo anterior, se han creado nuevas calles las cuales carecen del servicio en cuestión.



*Ilustración 2. Estado de la parte superior de un pozo de visita común*



*Ilustración 3. Estado de la parte superior de un pozo de visita común*

En las ilustraciones se muestra el mal estado de la parte superior de los pozos de visita. En esta situación se encuentran aproximadamente 15 pozos de la red existente.



*Ilustración 4. Calles sin servicios de agua potable ni drenaje.*

En las fotografías anteriores se muestran calles en las cuales aún no se cuenta con sistema de alcantarillado sanitario.



# CAPÍTULO 5

## ESTUDIOS PRELIMINARES



## CAPÍTULO 5. ESTUDIOS PRELIMINARES

### 5.1. TOPOGRAFÍA

El estudio topográfico siempre se ha distinguido por ser una de las partes más elementales para el diseño y elaboración de cualquier proyecto en la Ingeniería Civil, siendo de gran importancia para conocer los desniveles que se tienen en el terreno en estudio.

En las Redes de Alcantarillado Sanitario este estudio es primordial realizarlo, dado que el diseño de la red se basa y depende directamente de los desniveles que se encuentran presentes en el terreno.

Un correcto estudio topográfico es una gran herramienta para el diseño de la red, ya que al no ser realizado correctamente el sistema pudiese tener problemas en cuanto a la eficiencia y la vida útil del mismo.

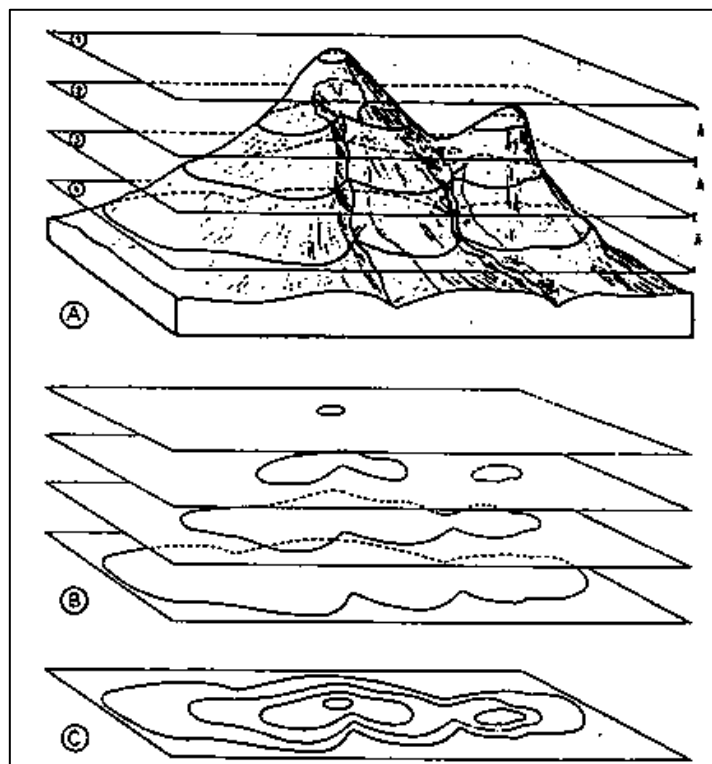


Ilustración 5. Estructura de las curvas de nivel

Fuente: <http://www.albireotopografia.es/topografia-del-relieve/>



La población La Mintzita cuenta con una topografía tal que las cotas van de 1904 msnm a la cota 1883 msnm dentro de la población, dando un desnivel de 21 metros.

En la siguiente figura se muestra la topografía de La Mintzita, la población se muestra en verde seguido de las curvas de nivel de color café con su respectiva cota.

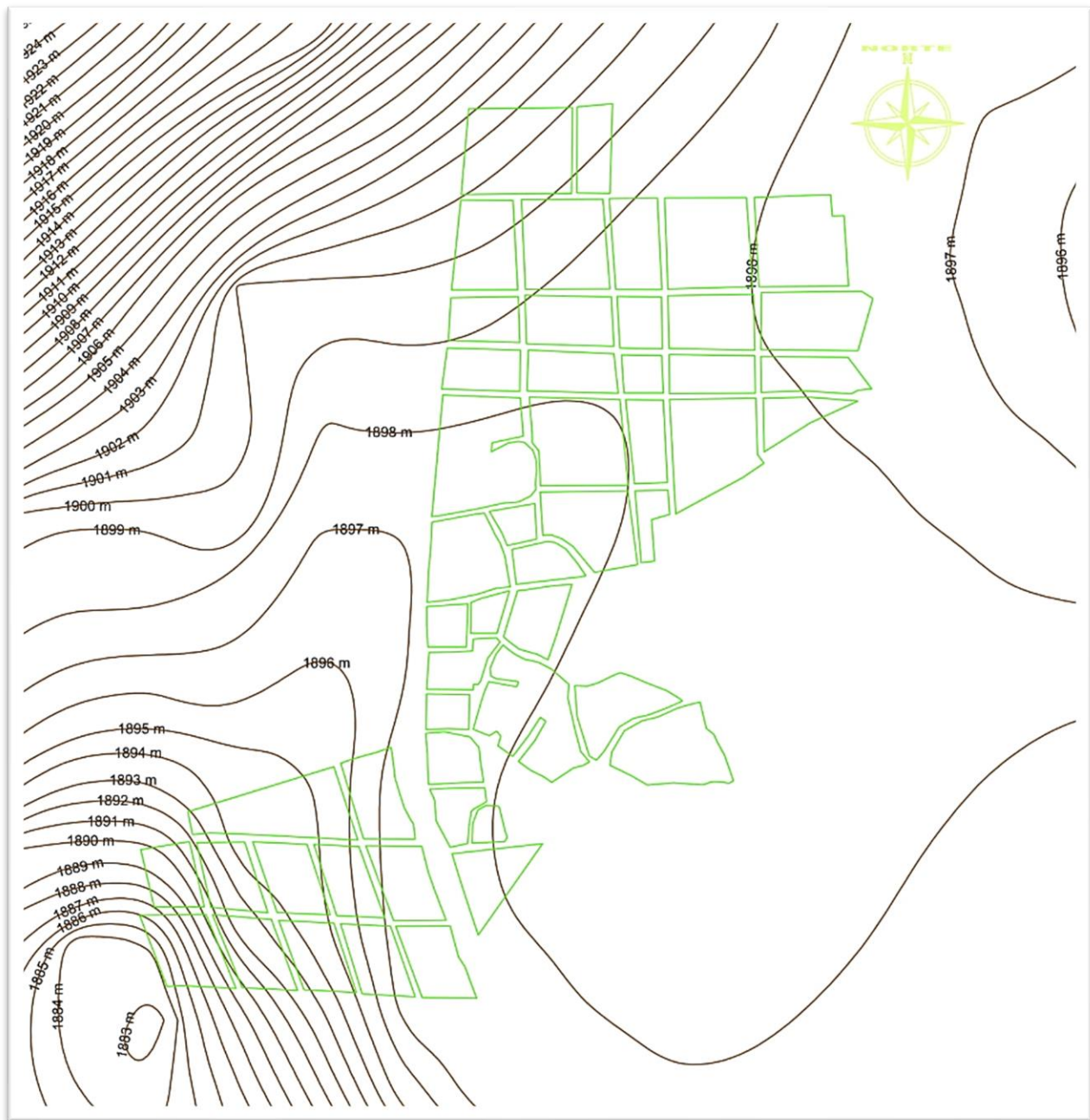


Figura 10. Topografía de La Mintzita.

## **5.2. CONFIGURACIÓN DE LA TRAZA URBANA Y LÍMITE DE CRECIMIENTO.**

La traza urbana es la forma en la que se dispone las calles con las manzanas, además de la relación que guardan con los demás elementos como las plazas, glorietas, etc. La mayoría de las veces la traza urbana obedece a las características del suelo donde se asienta una determinada población.

El límite de crecimiento es un polígono que nos indica los límites geográficos de una comunidad respecto de otra; éste nos servirá al momento de proponer el lugar de la Planta Tratadora de Aguas Residuales.

En la siguiente imagen se muestra la configuración de la traza urbana y el límite de crecimiento de la comunidad La Mintzita.



Figura 11. Límite de crecimiento y traza urbana de La Mintzita.

Cabe mencionar que la traza urbana y el límite de crecimiento se obtuvieron del conjunto de datos vectoriales de información de INEGI. Adicional a los datos de INEGI se incorporaron manzanas observadas en la imagen satelital lo cual modificó los datos originales de INEGI tanto en la traza urbana como en el límite de crecimiento. Dichas modificaciones se deben a que el datum de los mapas de INEGI corresponde al año 2010. Es necesario mencionar que para un proyecto ejecutivo sería necesario hacer un levantamiento topográfico formal para definir exactamente el límite de crecimiento y la traza urbana.

### **5.3. SUPERPOSICIÓN DE LA INFORMACIÓN PRELIMINAR**

En la siguiente imagen se muestra la topografía, la traza urbana, el límite de crecimiento, así como la imagen satelital de la población en cuestión. Esta información es el punto de partida para la planeación del sistema y para el proyecto geométrico.



Figura 12. Traza urbana, límite de crecimiento, topografía e imagen satelital de la población La Mintzita, Mich.



**CAPÍTULO 6**

**DISEÑO DE LA**

**RED DE ALCANTARILLADO**



## **CAPÍTULO 6. DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO**

En la Ingeniería Civil es común y frecuente la palabra "Diseño". Un diseño es la expresión de una idea para solucionar un problema concreto y nos sirve de guía para llevarlo a la práctica, es decir, para construirlo y llegar al objetivo resolviendo el problema. En este capítulo se abordará todo lo referente a determinar los componentes de la Red de Alcantarillado para la población de La Mintzita, de manera más específica, determinaremos dimensiones, detalles y funcionamiento de los elementos de la misma.



*Ilustración 6. Construcción de una red de alcantarillado sanitario.*

Fuente: <https://larazon.co/monteria/dos-meses-duraran-los-trabajos-de-extension-de-redes-de-alcantarillado-en-villa-ana/>

## 6.1. VARIABLES HIDRÁULICAS

### FÓRMULAS DE DISEÑO

Los datos que a continuación se presentan son obtenidos del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: particularmente hablando del apartado de Alcantarillado Sanitario (CONAGUA 2007).

En la red de atarjeas, en las tuberías, solo debe presentarse la condición de flujo a superficie libre, para simplificar el diseño del alcantarillado, se consideran condiciones de flujo establecido. La fórmula de continuidad para un escurrimiento continuo permanente es:

$$Q = V \cdot A$$

Donde:

- $Q$  es el gasto en  $m^3/s$
- $V$  es la velocidad en  $m/s$
- $A$  es el área transversal del flujo en  $m^2$

El cálculo hidráulico del alcantarillado es calculado con la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

- $V$  es la velocidad en  $m/s$
- $R_h$  es el radio hidráulico en  $m$
- $S$  es la pendiente del gradiente hidráulico de la tubería adimensional
- $n$  es el coeficiente de fricción

Para el Radio Hidráulica se utiliza la siguiente fórmula.

$$R_h = \frac{A}{P_m}$$

Donde:

- $R_h$  es el radio hidráulico en  $m$
- $A$  es el área transversal del flujo en  $m^2$
- $P_m$  es perímetro mojado en  $m$

En el siguiente gráfico podemos apreciar las propiedades hidráulicas y geométricas para el cálculo de la red de alcantarillado usando secciones circulares, misma metodología que se utilizará para el diseño de la red de la población de La Mintzita, Michoacán.

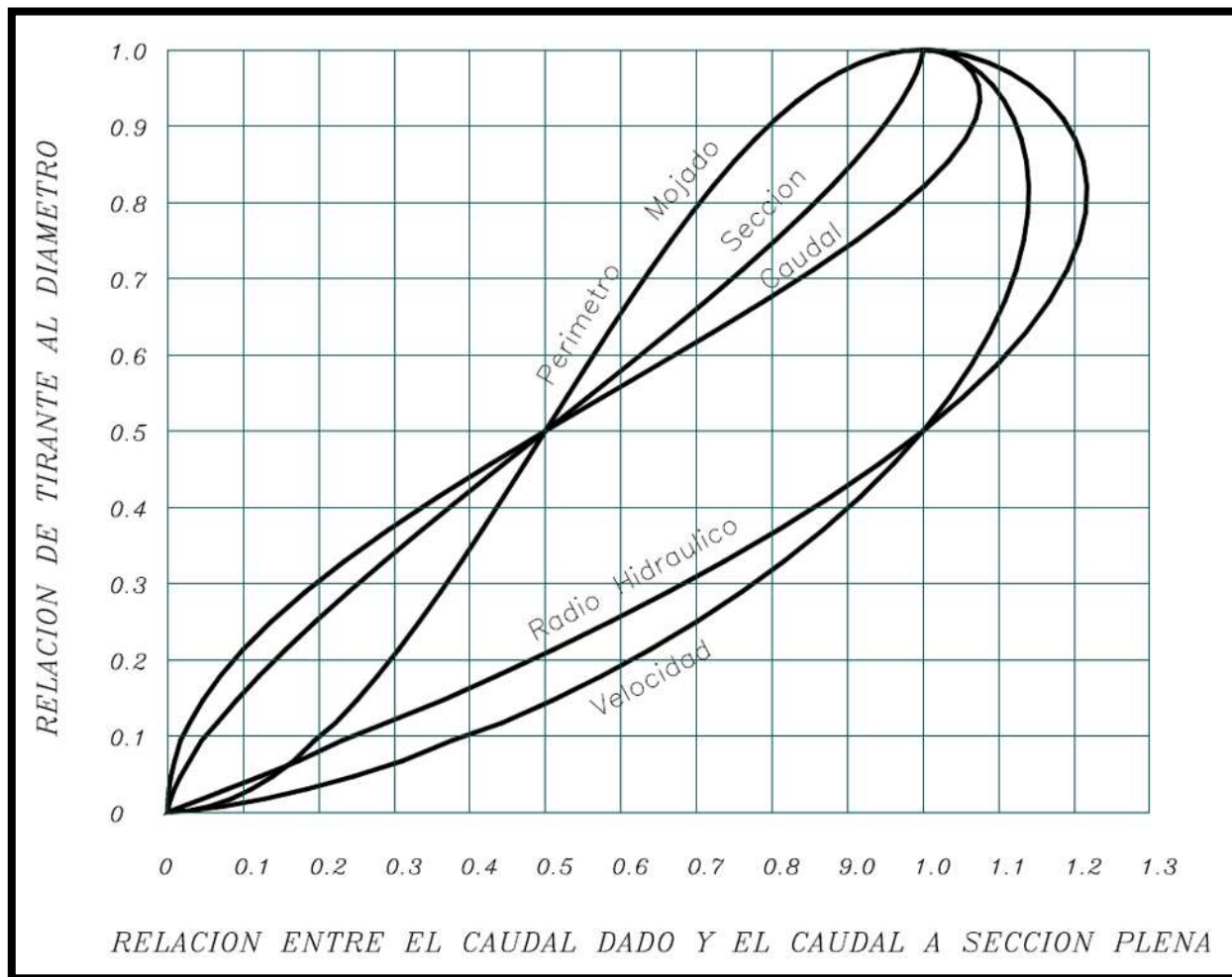


Gráfico 3. Propiedades hidráulicas y geométricas para el cálculo de la red de alcantarillado.

Fuente: MAPAS, 2007.

El coeficiente de rozamiento o coeficiente de fricción vincula la oposición al deslizamiento que ofrecen las superficies de dos cuerpos en contacto, representa las características internas de la superficie de la tubería, su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de conservación de la tubería, en la siguiente tabla se presentan los valores de  $n$  para ser usados en la fórmula de Manning.

<b>MATERIAL</b>	<b><math>n</math></b>
PVC y polietileno de alta densidad	0.009
Asbesto-cemento nuevo	0.010
Asbesto-cemento usado	0.015
Fierro fundido nuevo	0.013
Fierro fundido usado	0.017
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Concreto presforzado	0.012
Concreto con buen acabado	0.014
Mampostería con mortero de cemento	0.020
Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxi	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

Tabla 11. Valores de "n" para ser utilizados en la ecuación de Manning.

Fuente: MAPAS, 2007.



Para el cálculo de los elementos geométricos de secciones circulares que trabajan parcialmente llenas se pueden usar las siguientes fórmulas, las cuales representan los datos del gráfico 4.

$$\theta = 2\text{Cos}^{-1}(1 - d/r)$$

$$d = r(1 - \text{Cos } \theta/2)$$

$$Pm = \pi D/360$$

$$r_h = \frac{r}{2} \left( 1 - \frac{360 \text{Sen} \theta}{2\pi \theta} \right)$$

$$A = r^2 \left( \frac{\pi \theta}{360} - \frac{\text{Sen} \theta}{2} \right)$$

Donde:

- $d$  es el tirante hidráulico, en m.
- $D$  es el diámetro interior del tubo, en m.
- $A$  es el área de la sección transversal del flujo, en m<sup>2</sup>.
- $Pm$  es el perímetro mojado, en m.
- $R_h$  es el radio hidráulico, en m.
- $\theta$  es el ángulo en grados.
- $r$  es  $D/2$ , en m.

Para entender mejor los elementos de la formula mencionados anteriormente, en la siguiente figura se muestran las características hidráulicas de una tubería con sección circular.

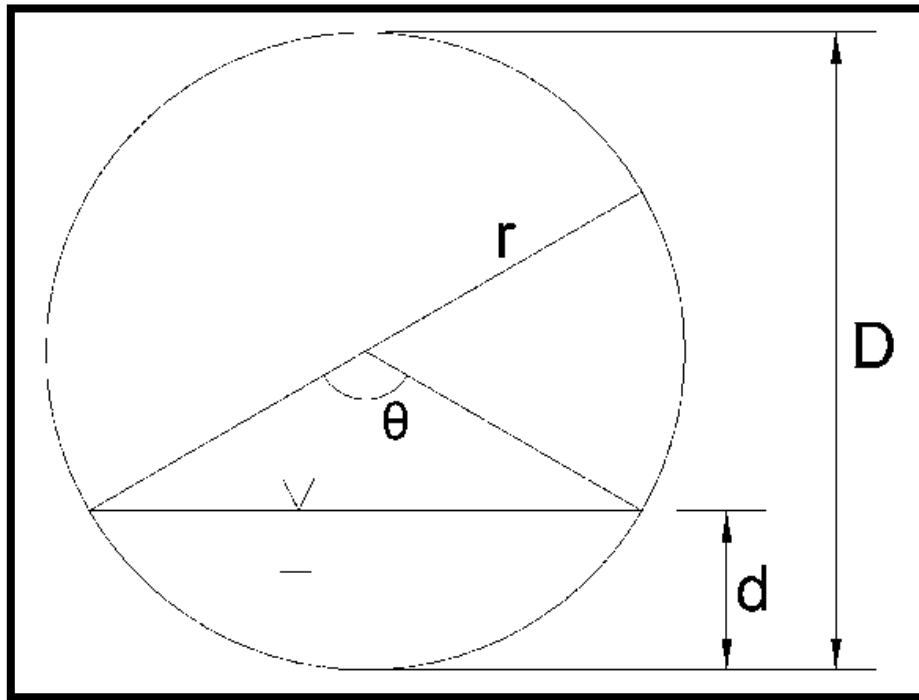


Gráfico 4. Características hidráulicas de una tubería con sección circular.

Fuente: <http://ponce.sdsu.edu/canalenlinea03.php>

## **VARIABLES HIDRÁULICAS PERMISIBLES**

### **Velocidades**

- Velocidad mínima:

La velocidad mínima se considera como aquella velocidad con la cual no se presentan depósitos de sólidos suspendidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, para el gasto mínimo, considerando un gasto mínimo y para comportamiento a tubo lleno mediante el gasto máximo extraordinario de 0.6 m/s. Adicionalmente, debe asegurarse que el tirante calculado bajo estas condiciones, tenga un valor mínimo de 1.0 cm, en casos de pendiente fuertes y de 1.5 cm en casos normales.

- Velocidad máxima:

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras de drenaje sanitario. Para su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario. En la tabla siguiente se pueden observar las velocidades máximas y mínimas permisibles de acuerdo al material de la tubería en uso.

<b>Material</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>	
	Máxima	Mínima
Acero (sin revestimiento, revestido y galvanizado)	3	0.3
Concreto reforzado	5	
Concreto simple		
Fibrocemento		
Polietileno alta densidad (PEAD)		
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)		
Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	3	

*Tabla 12. Velocidades máximas y mínimas permisibles.*

*Fuente: MAPAS, 2007.*

## **Pendientes**

El objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la erosión de las tuberías.

Las pendientes de las tuberías, deberán seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno, con objeto de tener excavaciones mínimas, pero tomando en cuenta las restricciones de velocidad y de tirantes mínimos del apartado anterior y la ubicación y topografía de los lotes a los que se darán servicio.

En los casos especiales en donde la pendiente del terreno sea muy fuerte, es conveniente que para el diseño se consideren tuberías que permitan velocidades altas, y se debe hacer un estudio técnico económico de tal forma que se pueda tener sólo en casos extraordinarios y en tramos cortos velocidades de hasta 8 m/s.

## **Diámetros**

- Diámetro mínimo

La experiencia en la conservación y operación de los sistemas de alcantarillado a través de los años, ha demostrado que para evitar obstrucciones, el diámetro mínimo en las tuberías debe ser de 20 cm (8 in) para casos especiales previamente justificados podrá emplearse un diámetro mínimo de 15 cm (6 in).

- Diámetro máximo

Está en función de varios factores, entre los que destacan básicamente: el gasto máximo extraordinario de diseño y los diámetros comerciales disponibles en el mercado.

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

## **6.2. DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN ACTUAL Y DE PROYECTO, PERIODO DE DISEÑO Y VIDA ÚTIL**

### ***Población actual***

La población actual, se refiere a los datos censales que proporciona el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) para el año en que se hizo el levantamiento de la información.

A continuación podemos observar los datos de los censos para la población de La Mintzita, Michoacán, proporcionados por INEGI actualizados al año 2010.

Evento censal	Fuente	Total de habitantes	Hombres	Mujeres
1950	Censo	155	86	69
1960	Censo	172	91	81
1980	Censo	416	203	213
1990	Censo	501	230	271
1995	Conteo	785	370	415
2000	Censo	707	336	371
2005	Conteo	1314	639	675
2010	Censo	1026	508	518

*Tabla 13. Censos y conteos realizados por INEGI para La Mintzita, Mich.*

*Fuente: INEGI, 2020.*

Para verificar la fiabilidad de los datos de la población, se aplicó la prueba de bondad del coeficiente de determinación ( $R^2$ ), donde se obtuvo el valor de  $R^2 = 0.985$ . El valor es muy cercano a la unidad, lo que significa que matemáticamente nuestros datos tienen bastante confiabilidad.

### ***Población proyecto***

La población proyecto, es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de alcantarillado, se considera un periodo de 20 años de vida útil, para este caso se considera del año 2020 hasta el 2040.

Para obtener la población que se espera en el año 2040 (considerando el periodo de diseño de 20 años antes mencionado), se aplicará la predicción de población según el apartado de la norma técnica NT-011-CNA-2001 y tomando dos censos consecutivos de la tabla 13.

Esto se calcula con las siguientes fórmulas:

$$P_{i+n} = P_i (1 + T_c)^n$$

$$T_c(\%) = \left[ \left( \frac{P_{i+n}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100$$

Donde:

- $P_i$  es la población que existe al iniciar el periodo de tiempo “ $i$ ” (hab)
- $P_{i+n}$  es la población que habrá “ $n$ ” periodos después del tiempo “ $i$ ” (hab)
- $T_c$  es la tasa de crecimiento promedio entre par de periodos consecutivos (%).

Enseguida se describe el cálculo de la población proyecto.

Primeramente calculamos la tasa de crecimiento utilizando los intervalos de población del año 2000 – 2010.

$$T_c(\%) = \left[ \left( \frac{P_{i+n}}{P_i} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100 = \left[ \left( \frac{1026}{707} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \right] * 100 = 3.79\%$$

Ahora determinamos la población proyecto para el año 2040:

$$P_{i+n} = P_i (1 + T_c)^n = 1026 \left( 1 + \frac{3.79}{100} \right)^{30} = 3131.93 \approx \mathbf{3132 \text{ hab}}$$

La población estimada para el final de la vida útil de la red de alcantarillado resultado de la población proyecto de acuerdo a la NT-011-CNA-2001 es de **3132 habitantes**.

También podemos obtener la población proyecto con funciones de distribución, que para nuestro caso, la función exponencial se asemeja mucho con la tendencia de crecimiento de la poblacional en cuestión.

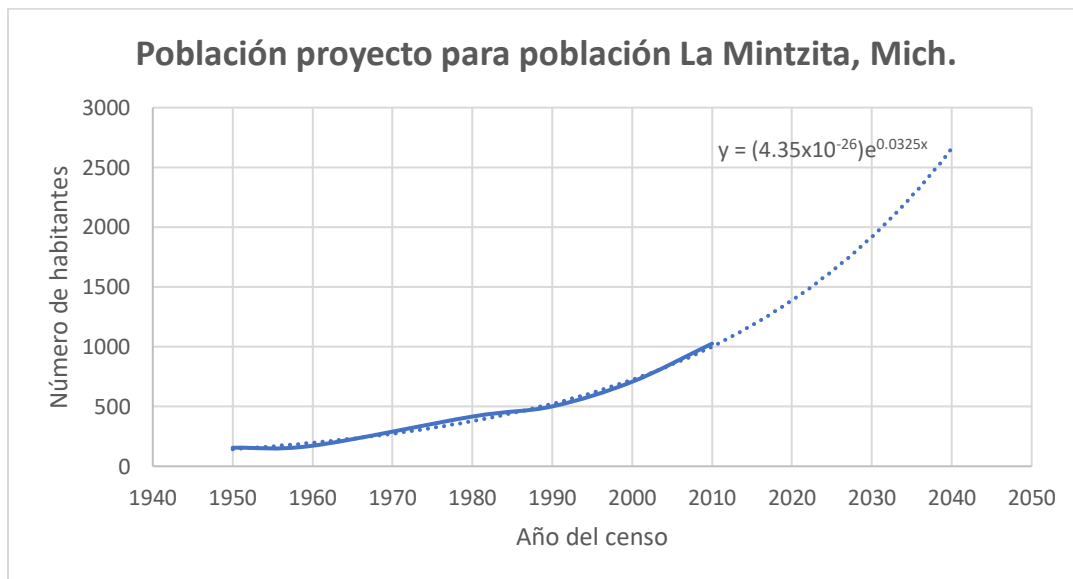


Gráfico 5. Población proyecto a través del tiempo con el método exponencial para La Mintzita, Mich.

Fuente: Elaboración propia en base a los datos de INEGI, 2020.

Teniendo la ecuación de la función exponencial, determinamos la población para el año 2040:

$$y = (4.35 \times 10^{-26}) e^{0.0325x}$$

$$y = (4.35 \times 10^{-26}) e^{0.0325(2040)} = 2705.29 \approx \mathbf{2706 \text{ hab.}}$$

No se analizarán otras funciones de distribución, dado que con ayuda de Microsoft Excel se observó que las demás funciones que se utilizan comúnmente no ajustan al crecimiento de la población en cuestión.

Adoptaremos como valor de la población proyecto un promedio de los dos métodos anteriores, por lo que, podemos concluir que el valor de la población proyecto será de **2919 habitantes**.

### **6.3. APORTACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

Es el volumen diario de agua residual entregado a la red de alcantarillado.

Considerando lo anterior, se adopta como aportación de aguas negras el 75% de la dotación de agua potable (en l/hab./día), considerando que el 25% restante se consume antes de llegar a las atarjeas.

Entonces, para determinar la aportación de aguas residuales, es necesario determinar la dotación de agua potable, para ello, nos apoyaremos en el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), mismo que nos muestra la siguiente tabla:

Tabla 2.2 Promedio del consumo de agua potable estimado por clima predominante

Clima	Consumo l/hab/d			Subtotal por Clima
	Bajo	Medio	Alto	
Cálido Húmedo	198	206	243	201
Cálido Subhúmedo	175	203	217	191
Seco o Muy Seco	184	191	202	190
Templado o Frío	140	142	145	142

Dado que el clima de La Mintzita es templado subhúmedo y considerando un consumo medio de agua, podemos concluir que la dotación promedio para la Mintzita es de 142 l/hab./día.

Como ya se mencionó anteriormente, considerando la aportación de agua residual como el 75% de la dotación entonces:

$$Ap = \text{Aportación de agua} = (0.75) * (142 \text{ l/hab/día})$$

$$\mathbf{Ap = 106.50 \text{ l/hab/día}}$$



## **6.4. DETERMINACIÓN DE GASTOS DE DISEÑO (AGUA RESIDUAL)**

Los gastos de diseño que se consideran en los proyectos de alcantarillado sanitario son:

- a. Gasto medio
- b. Gasto mínimo
- c. Gasto máximo instantáneo
- d. Gasto máximo extraordinario

Los tres últimos se determinan a partir del primero. La CONAGUA considera que el alcantarillado sanitario, debe construirse herméticamente, por lo que no se le adicionara al caudal de aguas residuales el volumen por filtraciones.

### **a. Gasto medio**

En función de la población y de la aportación, el gasto medio de aguas residuales en cada tramo de la red, se calcula con:

$$Q_{med} = \frac{A_p P}{86400}$$

Donde:

- $Q_{med}$  es el gasto medio de aguas residuales en l/s.
- $A_p$  es la aportación de aguas residuales por día, en l/hab.
- $P$  es la población, en número de habitantes.
- 86 400 = segundos/día.

*Gasto medio para La Mintzita en el año 2040*

$$Q_{med} = \frac{A_p P}{86400} = \frac{(106.50 \text{ l/hab/día}) * (2919 \text{ hab})}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Q_{med} = 3.60 \text{ l/s}$$

### **b. Gasto mínimo**

El gasto mínimo,  $Q_{min}$  es el menor de los valores de escurrimiento que normalmente se presenta en un conducto. Se acepta que este valor es igual a la mitad del gasto medio. El gasto mínimo  $Q_{min}$  se calcula con la siguiente formula:

$$Q_{min} = 0.5 Q_{med}$$

El gasto mínimo corresponde a la descarga de un excusado de 6 litros, dando un gasto de 1.0 lt/seg, por lo que se podrá utilizar este último valor en algunos tramos iniciales de la red, siempre y cuando se asegure que en dichos tramos existen este tipo de aparatos.

*Gasto mínimo para La Mintzita en el año 2040*

$$Q_{min} = 0.5 Q_{med} = (0.5) * (3.60 \text{ l/s})$$

$$Q_{min} = 1.80 \text{ l/s}$$

### **c. Gasto máximo instantáneo**

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este criterio se consideran criterios ajenos a las condiciones socioeconómicas de cada lugar.

El gasto máximo instantáneo se obtiene con las siguientes ecuaciones:

$$Q_{max_{inst}} = M Q_{med}$$

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

Donde:

- $Q_{med}$  es el gasto medio.
- $M$  es el coeficiente de Harmon.

Para el coeficiente de Harmon ( $M$ ), se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- $P$  es la población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada, en miles de habitantes.
- En tramos con una población acumulada hasta menor de 1000 habitantes, el coeficiente  $M$  es constante e igual a 3.8.
- Para una población acumulada mayor que 63454 habitantes, el coeficiente  $M$  se considera constante e igual a 2.17, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.

Gasto máximo instantáneo para La Mintzita en el año 2040

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}} = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{2919/1000}} = 3.45$$

$$Q_{max_{inst}} = M Q_{med} = (3.45) (3.60 \text{ l/s})$$

$$Q_{max_{inst}} = \mathbf{12.42 \text{ l/s}}$$

#### d. Gasto máximo extraordinario

Es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como por ejemplo bajadas de aguas pluviales de azoteas, patios, o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado.

En función de éste gasto se determina el diámetro adecuado de las tuberías, ya que brinda un margen de seguridad para prever los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red, bajo esas circunstancias.

En los casos que se diseñe un sistema nuevo apegado a un plan de desarrollo urbano que impida un crecimiento desordenado y se prevea 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 de 1. En los casos en que se diseñe la ampliación de un sistema existente de tipo combinado, previendo las aportaciones extraordinarias de origen pluvial, se podrá usar un coeficiente de seguridad de 1.5.

La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario resulta:

$$Q_{max_{ext}} = C_S Q_{max_{inst}}$$

Dónde:

- $Q_{max_{ext}}$  es el Gasto máximo extraordinario, en l/s.
- $C_S$  es el coeficiente de seguridad adaptado

Gasto máximo extraordinario para La Mintzita en el año 2040

$$Q_{max_{ext}} = C_S Q_{max_{inst}} = (1.5) * (12.42 \text{ l/s})$$

$$Q_{max_{ext}} = \mathbf{18.63 \text{ l/s}}$$

## **6.5. PLANEACIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (TIPO DE TRAZO CON BASE EN LA TOPOGRAFÍA)**

### **6.5.1 GENERALIDADES DE LOS SISTEMAS DE ALCANTARILLADO**

Los componentes principales de las redes que integran los alcantarillados, son las siguientes:

- a) Red de atarjeas.
- b) Subcolectores.
- c) Colectores.
- d) Emisores.



*Ilustración 7. Tramo de una atarjea.*

Fuente: <https://www.gobernados.com/inaugura-americo-zuniga-red-de-atarjeas-en-la-colonia-acueducto-media-6/>

### **a) Red de Atarjeas.**

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, para conducir los caudales acumulados hacia los colectores, interceptores ó emisores. Esta red está constituida por un conjunto de tuberías por las que circulan las aguas residuales. El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen los mayores diámetros en los tramos finales de la red. No es admisible diseñar reducciones en los diámetros en el sentido del flujo cuando se mantiene la pendiente de la tubería siendo caso contrario cuando la pendiente se incrementa podrá diseñarse un diámetro menor siempre cubriendo el gasto de diseño y los límites de velocidad.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal a partir del paramento exterior de las edificaciones; el diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm (6"), siendo éste el mínimo aceptable. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética. La conexión entre albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima del 1%. En caso de que el diámetro del albañal sea de 10 cm, se debe considerar un pendiente de 2%. En general, su diseño debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de velocidad y la condición mínima de tirante

El diámetro mínimo que se utiliza en la red de atarjeas de un sistema de drenaje separado es de 20 cm, y su diseño, en general debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de la velocidad y la condición mínima de tirante.

La estructura típica de liga entre dos tramos de la red es el pozo de visita, que permite el acceso del exterior para su inspección y maniobras de limpieza; también tiene la función de ventilación de la red para la eliminación de gases. Las uniones de la red de las tuberías con los pozos de visita deben ser herméticas. Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro y para dividir tramos que excedan la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación.

Las separaciones máximas entre pozos de visita se indican en la tabla 14. Con el objetivo de aprovechar al máximo la capacidad de los tubos, en el diseño de las atarjeas se debe dimensionar cada tramo con el diámetro mínimo que cumpla las condiciones hidráulicas definidas por el proyecto.

Díámetro en metros	Separación en metros
0.20 - 0.76	125 - 135
0.90 - 1.22	175 - 190
Mayores a 1.22	250 - 275

*Tabla 14. Separación máxima entre pozos de visita.*

*Fuente: MAPAS, 2007.*

El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo la red con el eje longitudinal de cada calle y de la ubicación de los frentes de los lotes.

Dentro de la traza de la población se analiza que calles llevaran drenaje, esto mediante el estudio de población y número de casa de la localidad.

### Modelos de configuración de atarjeas.

No existe una regla general para el trazo de una red de alcantarillado, ya que se debe ajustar casi siempre a la topografía de cada lugar. Sin embargo, a continuación, se presentan algunos tipos de trazos que pueden ser utilizados como guías:

- a) **Trazo en bayoneta.** Se denomina así al trazo que iniciando en una "cabeza" o inicio de atarjea tiene un desarrollo en zigzag o en escalera.

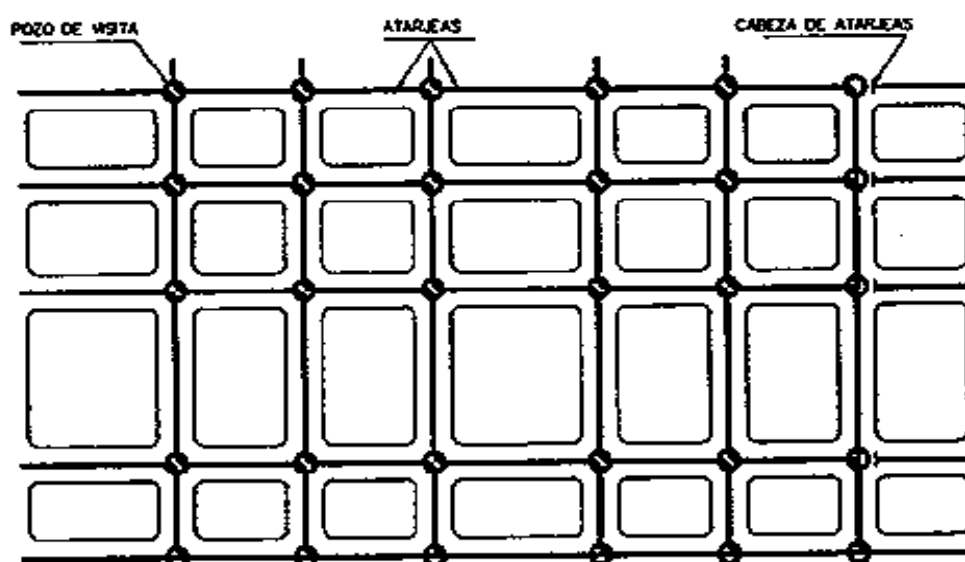


Gráfico 6. Trazo de la red de atarjeas en bayoneta.

Fuente: MAPAS, 2007.

Las ventajas de utilizar este tipo de trazo son reducir el número de cabezas de atarjeas y permitir un mayor desarrollo de las atarjeas, incrementando el número de descargas para facilitar que los conductos adquieran un régimen hidráulico establecido, logrando con ello aprovechar adecuadamente la capacidad de cada uno de los conductos. Sin embargo, la dificultad que existe en su utilización es que el trazo requiere de terrenos con pendientes más o menos estables y definidas. Este trazo se recomienda para alcantarillas en donde existan terrenos muy planos en donde resultan velocidades de flujo muy bajas.



**b) Trazo en peine.** Es el trazo que se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro perpendicular a ellas.

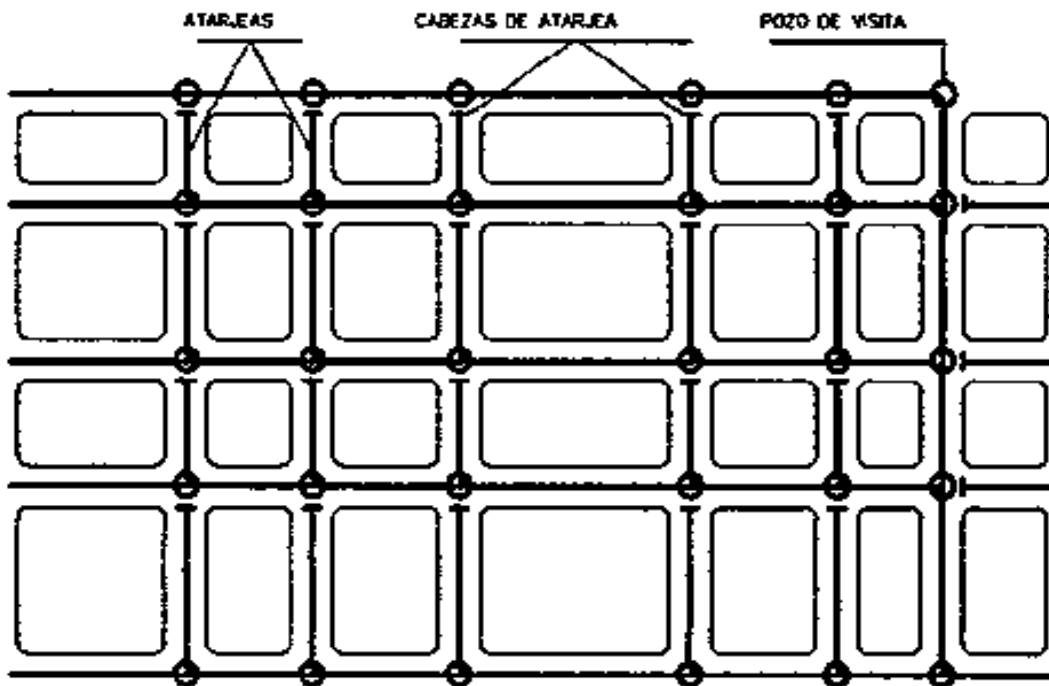


Gráfico 7. Trazo de la red de atarjeas en peine.

Fuente: MAPAS, 2007.

Con este tipo de trazo se garantizan aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas a la tubería común de cada peine, y de estas a los colectores, propiciando que se presente rápidamente un régimen hidráulico establecido.

Se tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta útil en el diseño cuando la topografía es muy irregular.

**c) Trazo combinado.** Corresponde a una combinación de los dos trazos anteriores y a trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona.

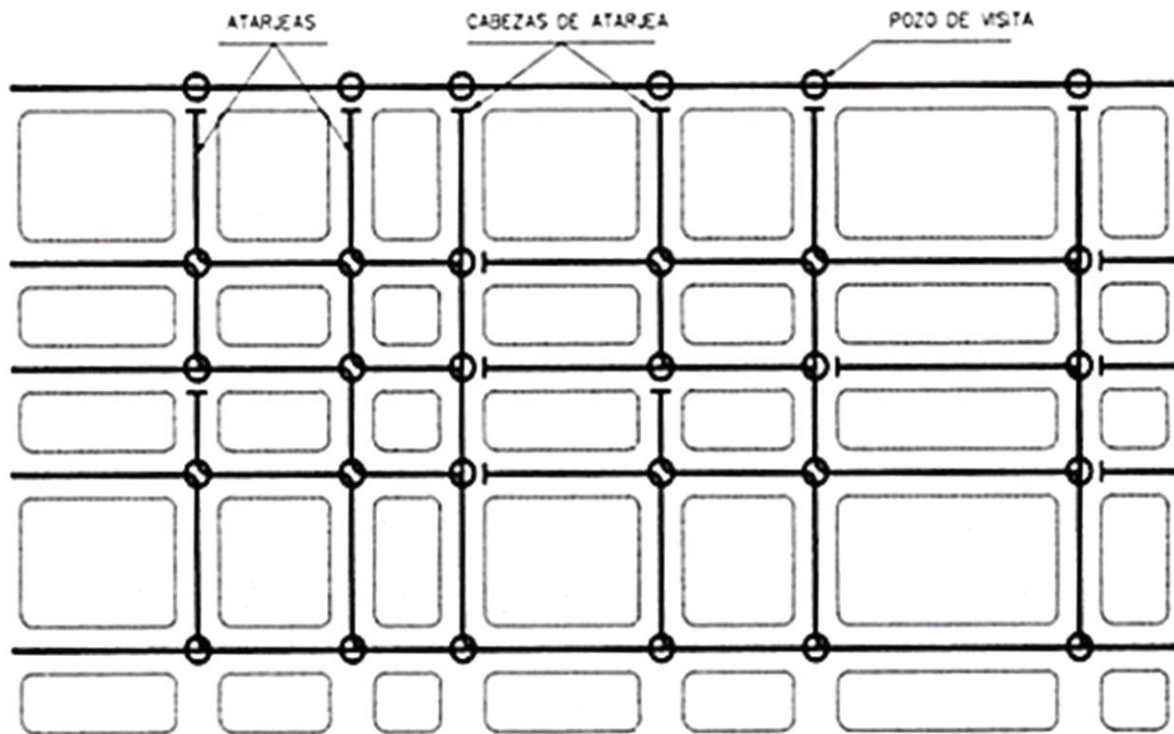


Gráfico 8. Trazo de la red de atarjeas combinado.

Fuente: MAPAS, 2007.

Aunque cada tipo de trazo tiene ventajas y desventajas particulares respecto a su uso, el modelo de bayoneta tiene cierta ventaja sobre otros modelos, en lo que se refiere al aprovechamiento de la capacidad de las tuberías. Sin embargo, este no es el único punto que se considera en la elección del tipo de trazo, pues depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del área en estudio.

## b) Subcolectores

Es la tubería que recibe las aguas negras de las atarjeas para después conectarse a un colector. Su diámetro generalmente es menor a 61 cm por lo que no es necesario utilizar madrinas.

## c) Colectores

Es la tubería que recoge las aguas negras de las atarjeas. Puede terminar en un interceptor, en un emisor ó en la planta de tratamiento. No es admisible conectar los albañales directamente a un colector; en estos casos el diseño debe prever atarjeas paralelas a los colectores.

A continuación se describen los modelos de configuración más usuales.

### I. Modelo perpendicular

En el caso de una comunidad paralela a una corriente, con terreno con una suave pendiente hacia ésta, la mejor forma de coleccionar las aguas residuales se logra colocando tuberías perpendiculares a la corriente.

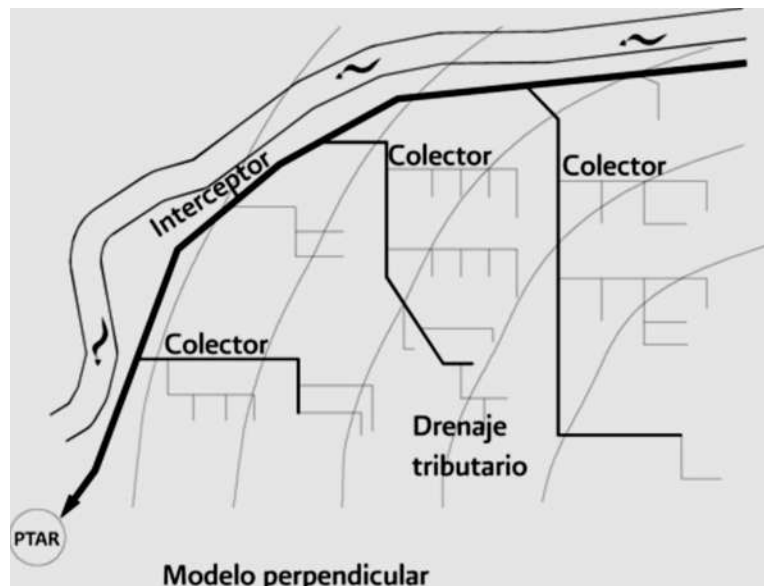


Figura 13. Modelo perpendicular

## II. Modelo radial

En este modelo las aguas residuales fluyen hacia el exterior de la localidad, en forma radial a través de colectores

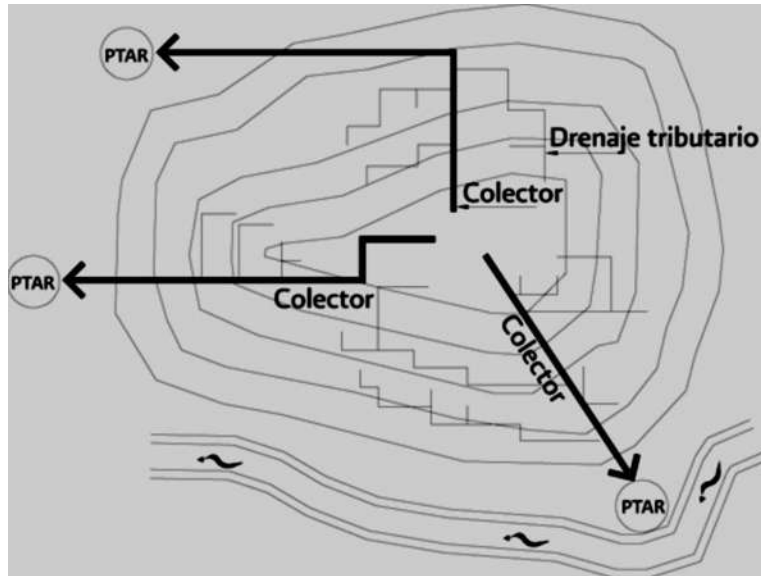


Figura 14. Modelo radial.

## III. Modelo de interceptores

Este tipo de modelo se emplea para recolectar aguas residuales en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales (colectores) se conectan a una tubería mayor (interceptor) que es la encargada de transportar las aguas residuales hasta un emisor o una planta de tratamiento.

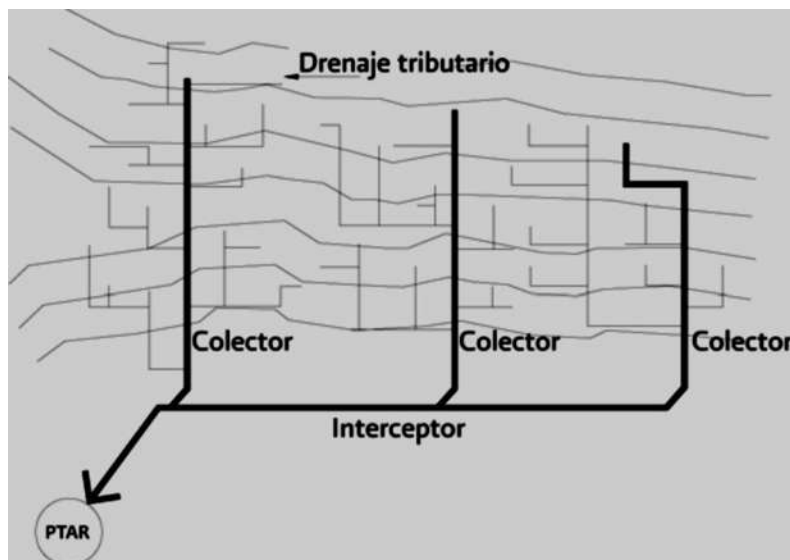


Figura 15. Modelo de interceptores.

#### **IV. Modelo de abanico**

Cuando la localidad se encuentra ubicada en un valle, se pueden utilizar las líneas convergentes hacia una tubería principal (colector) localizada en el interior de la localidad, originando una sola tubería de descarga.

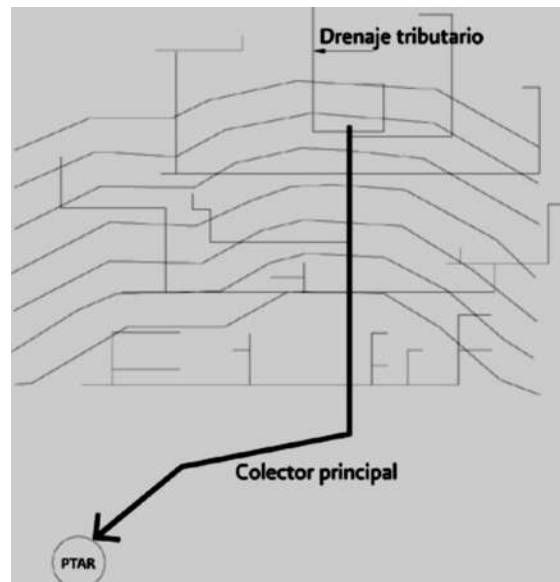


Figura 16. Modelo de abanico.

#### **d) Emisores.**

Emisor es el conducto que recibe las aguas de uno o más colectores o interceptores, no recibe ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias) en su trayecto y su función es conducir las aguas negras a la planta de tratamiento. También se le denomina emisor al conducto que lleva las aguas tratadas (efluente) de la planta de tratamiento al sitio de descarga.

Por razones de economía, los colectores, interceptores y emisores deben tender a ser una réplica subterránea del drenaje superficial natural. El escurrimiento debe ser por gravedad.

### 6.5.2. TRAZO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO.

Para la población de La Mintzita se propone un trazo de red mixta, esto debido que la traza de la localidad en algunas partes es regular y se opta por el trazo en peine, pero, por otra parte, la mayoría de lugares es muy irregular y se opta por el trazo en bayoneta.

En el caso particular de nuestro proyecto, se puede notar como una gran parte del centro de la población se encuentra en una ligera loma, y el nivel comienza a descender hacia ambos lados de la población. Lo anterior descrito, nos obliga a profundizar algunos pozos de visita hacia algún lado de la población, por lo que se optó por poner un subcolector que va del Noreste al Suroeste de la población, mismo que cuenta con un par de pozos un poco mayores a 4 metros por la cuestión topográfica mencionada. Otra solución hubiera sido colocar otra planta tratadora, pero esta solución no es económicamente viable por el costo de construcción y mantenimiento que conlleva una planta tratadora.

El sistema en general cuenta con tres subcolectores, mismos que cumplen con la función de llevar el agua residual por medio de gravedad a un solo colector, y a su vez, éste, a un emisor.

## 6.6. PROYECTO GEOMETRICO (PROFUNDIDADES Y COTAS DE POZOS, LONGITUDES, PENDIENTES Y DIAMETROS DE TUBERÍAS)

### 6.6.1. COMPONENTES DEL SISTEMA Y POZOS DE VISITA.

#### **Componentes del sistema**

A continuación, se presentan parte de la simbología que representa los diversos elementos antes mencionados que son parte de una Red de Alcantarillado.

Albañal interior 

Albañal exterior 

Atarjea 

Cabeza de atarjea 

Pozo de visita común 

Pozo de visita especial 

Pozo con caída adosada 

Pozo caja 

Subcolector 

Colector 

Emisor 

Planta Tratadora de Aguas Residuales

PTAR

### ***Descripción de los 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.

Los pozos de visita pueden ser prefabricados o contruidos en sitio de la obra, los tipos de pozos usados en la red y contruidos en sitio de la obra se clasifican en:

- a) Pozos de visita tipo común
- b) Pozos con caída libre
- c) Pozos con caída adosada

Los componentes esenciales de un pozo de visita son:

- a) Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, medias cañas y banquetta
- b) Cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones
- c) Cono de acceso (concéntrico o excéntrico)
- d) Brocal
- e) Tapa



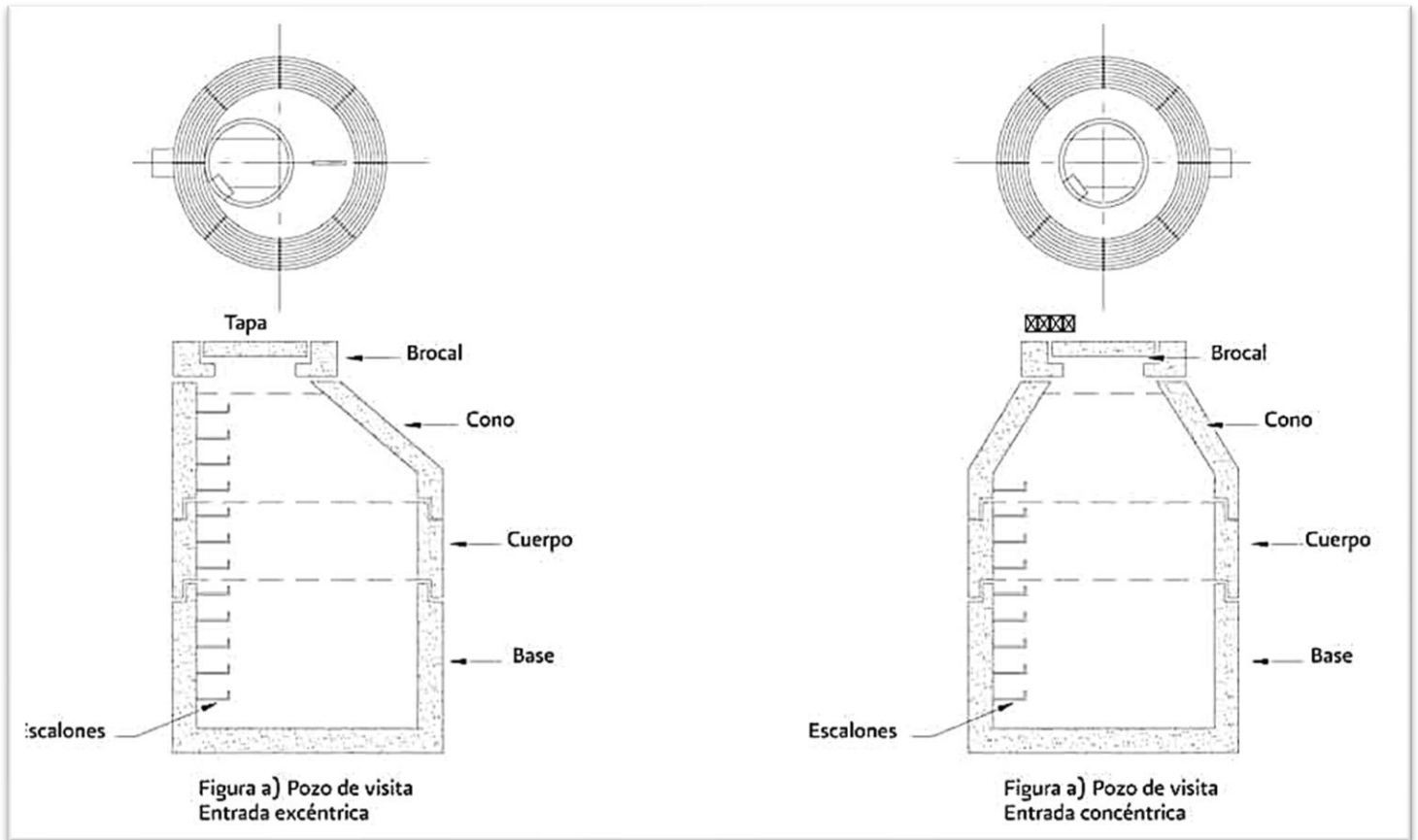


Gráfico 9. Componentes generales de un pozo de visita.

Fuente: Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. Alcantarillado Sanitario. Gobierno de Jalisco.

## Tipos de pozos de visita

### **a) Pozos comunes**

Los pozos de visita comunes están formados por una chimenea de forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, y son utilizados hasta 800 cm.

Todos los pozos comunes deben de asentarse sobre una base plantilla de material base compactada a 95% Proctor con espesor mínimo de 10 cm. En terrenos suaves esta plantilla se construye de concreto armado. En cualquier caso, la media caña y las banquetas del pozo pueden ser aplanadas con mortero o con el mismo material del pozo. El acceso a la superficie se protege con un brocal con tapa de fierro fundido, concreto, polietileno u otros materiales de acuerdo a la carga exterior de la vialidad; estas tapas deben ser con respiraderos, con lo cual se permita la ventilación del pozo y la salida de gases.

La media caña de los pozos de visita comunes debe formar un conducto que continúe el flujo de las tuberías incidentes y cuyos lados formen las banquetas donde se pararan las personas que entren a los pozos. Opcionalmente y en función del tamaño del pozo de visita pueden incorporarse escalones de material no corrosible, acero o de fierro fundido plastificados empotrados en las paredes del pozo, que permitan el descenso y ascenso seguro del personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.

Los pozos de visita comunes tienen un diámetro interior de 1.00 m, se utiliza para unir tuberías de hasta 0.76 m de diámetro. Tal como se muestra en la siguiente figura:

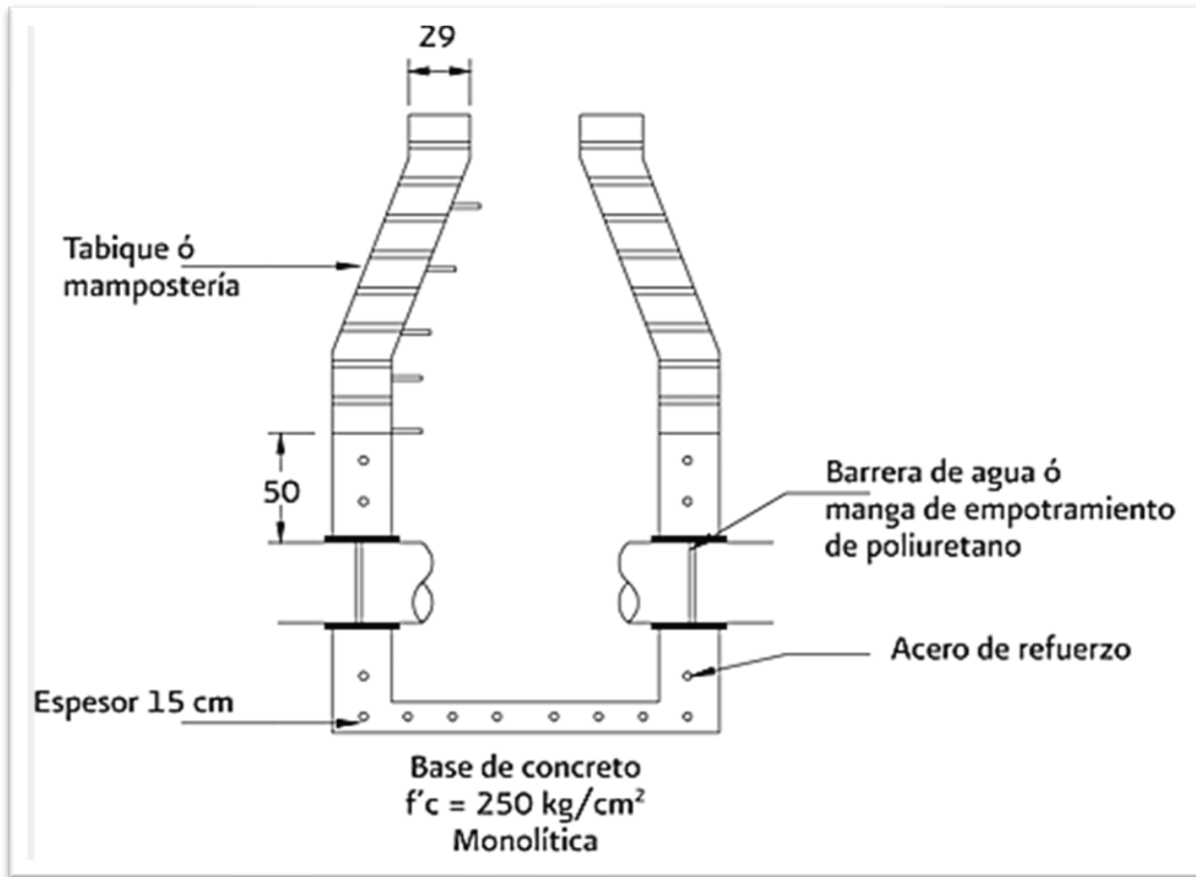


Gráfico 10. Pozo de visita común.

Fuente: Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. Alcantarillado Sanitario. Gobierno de Jalisco.

### b) Pozos con caída libre

Por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligatorias para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuarse en su interior los cambios bruscos de nivel.

Caídas libres: se permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial. Tal como se muestra en la figura:

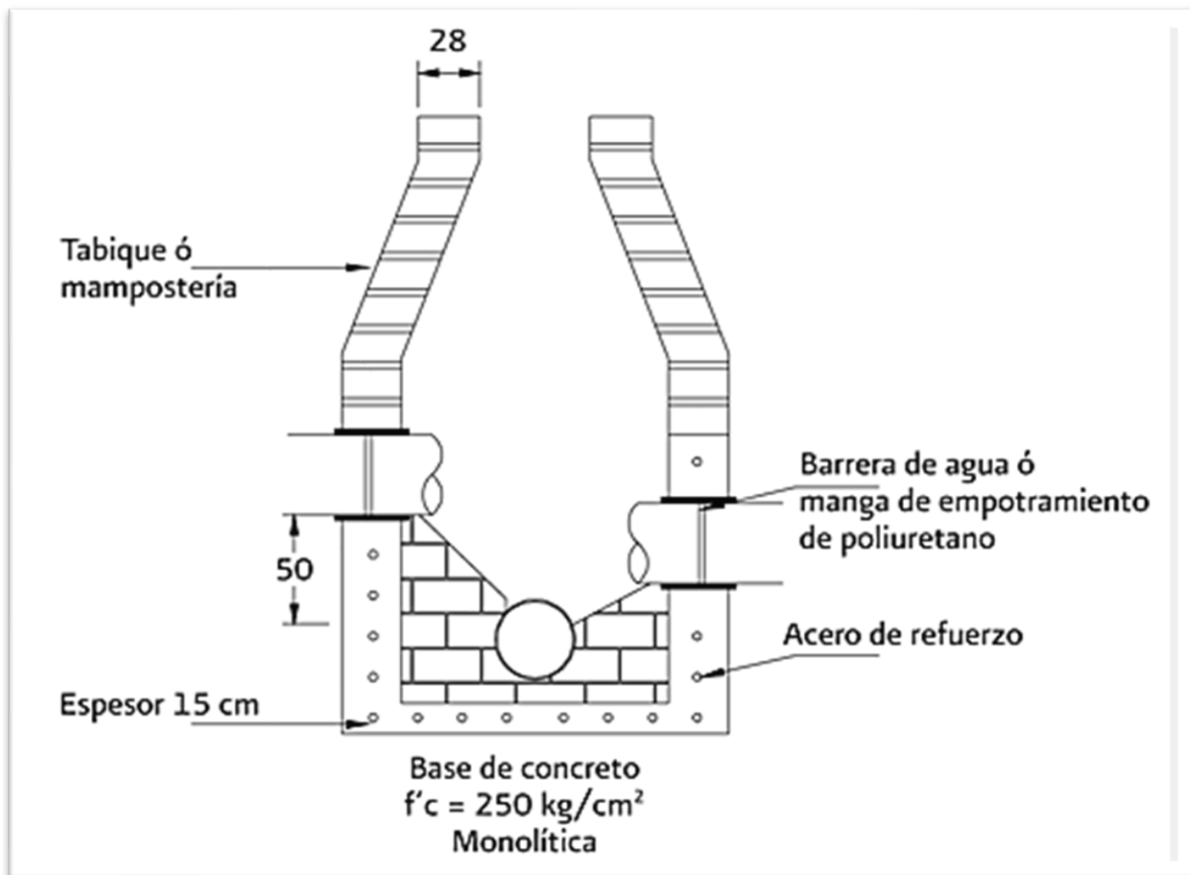


Gráfico 11. Pozo de visita con caída libre.

Fuente: Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. Alcantarillado Sanitario. Gobierno de Jalisco.

### c) Pozos con caída adosada

Son pozos de visita comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 de diámetro con un desnivel hasta de 2 m., tal como se muestra a continuación:

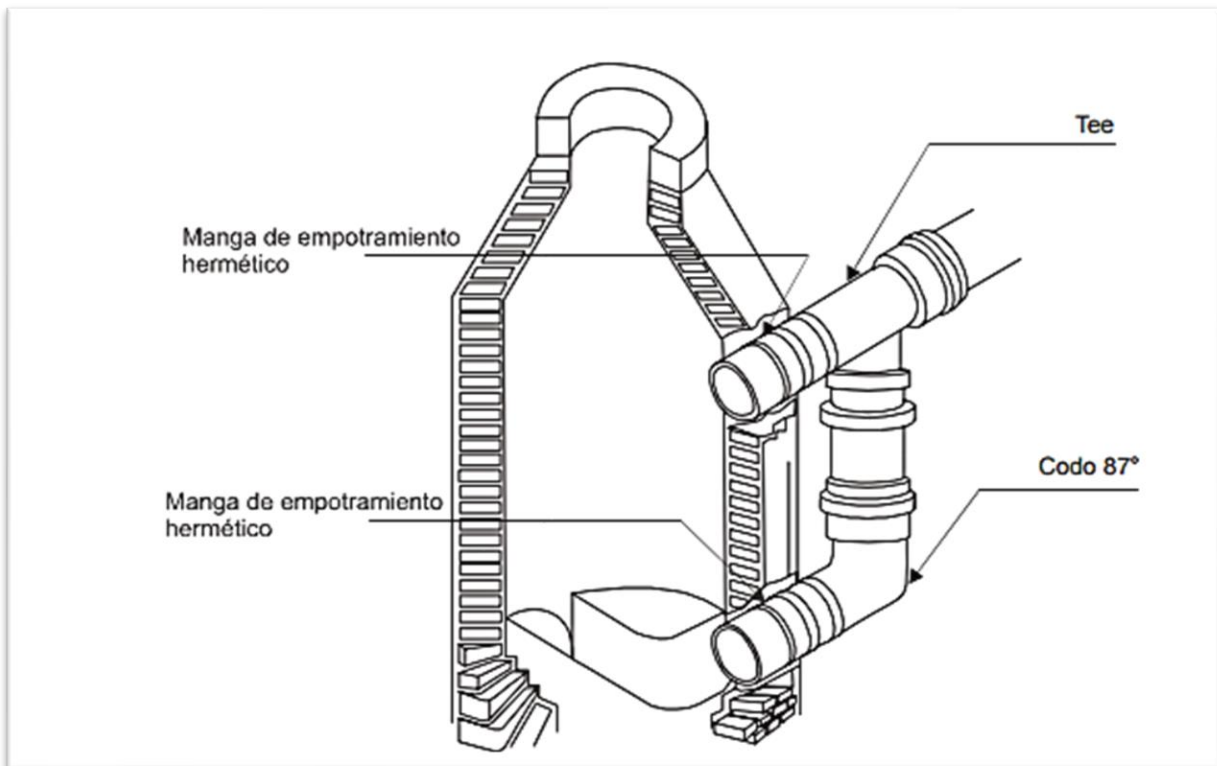


Gráfico 12. Pozo de visita con caída adosada.

Fuente: MAPAS, 2007.

### 6.6.2. DIÁMETROS DE LA RED Y PENDIENTES

Los diámetros propuestos para red de atarjeas serán como mínimo de 20 cm (8 in), los diámetros para subcolectores se propondrán igual que para las atarjeas y en cuantos colectores y emisor el diámetro propuesto será de 25 cm. Estos diámetros serán puestos a revisión hidráulica y cumplan con los parámetros de diseño.

Las pendientes y diámetros son unas de las variables hidráulicas de una red de alcantarillado estas influyen directamente en los costos, mayores pendientes implican mayor volumen de excavación, hay que tener en cuenta estas variables para tener un proyecto económicamente factible y además que cumpla con las variables hidráulicas ya establecidas.

El procedimiento a realizar para los cálculos de las pendientes con las cotas de las plantillas de los pozos, en los pozos se propone las profundidades dependiendo el tipo de pozo que para este proyecto arrojó tres tipos (pozo común, cabeza de atarjea exterior, cabeza de atarjea interior).

$$(S)Pendiente = \frac{Cota\ de\ plantilla\ mayor - Cota\ de\ plantilla\ menor}{Longitud\ del\ tramo}$$

Para después calcular la nueva diferencia de cotas de plantilla o desnivel ( $H_{ajust}$ ) esta resulta ser:

$$H_{ajust} = Longitud\ del\ tramo * (S)Pendiente$$

Una vez calculada la nueva diferencia de cotas de plantilla o desnivel ( $H_{ajust}$ ), se deberá mantener fija la cota del pozo inicial del tramo de interés y restarle el desnivel ( $H_{ajust}$ ) para determinar la nueva cota de plantilla del pozo final con la pendiente calculada.

$$[Nueva\ Cota\ de\ Plantilla\ de\ Pozo\ Final] = CPPF_{ajus} = [Cota\ del\ Pozo\ Inicial] - H_{ajust}$$

$$[Nueva\ Profundidad\ del\ Pozo\ Final] = [Cota\ de\ Elevación\ del\ Pozo\ Final] - CPPF_{ajust}$$

Esta nueva profundidad del pozo final deberá cumplir con la especificación mínima de profundidad para cada tipo de pozo. A continuación, se muestran las profundidades mínimas:

<b>Tipo de pozo</b>	<b>Profundidad mínima</b> (en metros)
Común	1.50
Cabeza de atarjea interior	1.30
Cabeza de atarjea exterior	1.20

*Tabla 15. Profundidades mínimas para pozos de visita.*

*Fuente: MAPAS, 2007.*

Las estructuras de caída por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

Por otra parte, para tuberías de PVC (material que se propone utilizar), la pendiente mínima será de 3 milésimas y la máxima de 83 milésimas.

A continuación, dado que el proyecto cuenta con 135 pozos de visita, se muestra solo un segmento de la Tabla 16 donde muestra las pendientes, profundidades de pozos y estructuras de caída calculadas de la red de alcantarillado.

En esta tabla se muestra el cálculo de ajuste de pendientes, así como las cotas de plantilla definitivas para su construcción final:

POZO FIJO				POZO A DISEÑAR				DATOS DE LA TUBERÍA		NUEVA COTA DE PLANTILLA	Profundidad ajustada
POZO FIJO	ELEVACIÓN	PROFUNDIDAD	COTA PLANTILLA	POZO A DISEÑAR	ELEVACIÓN	PROFUNDIDAD INICIAL	COTA PLANTILLA INICIAL	LONGITUD (m)	S		
39	1903.38	1.20	1902.18	40	1902.08	1.50	1900.58	60.55	0.027	1900.55	1.53
40	1902.08	1.53	1900.55	41	1900.93	1.50	1899.43	69.52	0.017	1899.37	1.56
41	1900.93	1.56	1899.37	42	1900.42	1.50	1898.92	49.11	0.010	1898.88	1.54
39	1903.38	1.20	1902.18	38	1901.04	1.50	1899.54	108.76	0.025	1899.46	1.58
38	1901.04	1.30	1899.74	43	1900.39	1.50	1898.89	70.00	0.013	1898.83	1.56
43	1900.39	1.56	1898.83	44	1899.75	1.50	1898.25	68.47	0.009	1898.21	1.54
44	1899.75	1.54	1898.21	45	1899.38	1.50	1897.88	38.16	0.009	1897.87	1.51
45	1899.38	1.51	1897.87	46	1899.29	1.50	1897.79	9.34	0.009	1897.79	1.50
49	1897.63	1.20	1896.43	48	1898.18	1.50	1896.68	114.03	0.003	1896.09	2.09
46	1899.29	1.50	1897.79	47	1898.86	1.50	1897.36	56.82	0.008	1897.34	1.52
56	1897.41	1.20	1896.21	55	1897.46	1.50	1895.96	19.17	0.013	1895.96	1.50
55	1897.46	1.50	1895.96	54	1897.51	1.50	1896.01	12.31	0.003	1895.92	1.59
54	1897.51	1.59	1895.92	53	1897.98	1.50	1896.48	114.61	0.003	1895.58	2.40
56	1897.41	1.20	1896.21	62	1897.66	1.50	1896.16	70.96	0.003	1896.00	1.66
62	1897.66	1.66	1896.00	61	1897.70	1.50	1896.20	11.14	0.003	1895.97	1.73
53	1897.98	2.40	1895.58	60	1898.00	1.50	1896.50	75.52	0.003	1895.35	2.65
61	1897.70	1.30	1896.40	63	1897.65	1.50	1896.15	54.99	0.005	1896.13	1.52
63	1897.65	1.52	1896.13	69	1897.78	1.50	1896.28	15.55	0.003	1896.08	1.70

Tabla 16. Profundidades de pozos y pendientes de la red de alcantarillado propuesta para la población La Mintzita, Mich.



CAÍDAS LIBRES									
Pozo Fijo 1	Pozo Fijo 2	Distancia (m)	CotaFinal 1	CotaFinal 2	Pendiente	Cota Terreno Natural	Cota Llegada del tubo	Profundidad de llegada del tubo	Caída Libre (m)
42	46	112.43	1898.88	1897.79	0.009	1899.29	1897.87	1.42	0.08
47	48	107.29	1897.34	1896.09	0.011	1898.18	1896.16	2.02	0.07
49	54	118.79	1896.43	1895.92	0.004	1897.51	1895.95	1.56	0.03
48	53	115.52	1896.09	1895.58	0.004	1897.98	1895.63	2.35	0.05
61	60	111.61	1895.97	1895.35	0.005	1898	1895.41	2.59	0.06
68	67	57.12	1895.86	1895.2	0.011	1898.01	1895.23	2.78	0.03
70	71	71.96	1896.26	1894.98	0.017	1898.01	1895.04	2.97	0.06
50	51	110.86	1897.59	1897.14	0.004	1898.64	1897.15	1.49	0.01
47	52	117.55	1897.56	1896.89	0.005	1898.4	1896.97	1.43	0.08
52	53	110.19	1896.89	1895.58	0.011	1897.98	1895.68	2.3	0.10
59	60	110.3	1896.49	1895.35	0.010	1898	1895.39	2.61	0.04
50	57	64.91	1897.83	1897.11	0.011	1898.62	1897.12	1.5	0.01
51	58	69.4	1897.34	1896.66	0.009	1898.26	1896.72	1.54	0.06
52	59	71.22	1897.1	1896.49	0.008	1898.11	1896.53	1.58	0.04
66	67	111.4	1896.11	1895.2	0.008	1898.01	1895.22	2.79	0.02
57	64	57.5	1897.32	1896.62	0.012	1898.13	1896.63	1.5	0.01
58	65	54.6	1896.96	1896.27	0.012	1898.04	1896.3	1.74	0.03
64	75	51.72	1896.83	1896.49	0.006	1897.99	1896.52	1.47	0.03
34	33	90.49	1896.43	1895.64	0.008	1897.28	1895.71	1.57	0.07
91	85	49.07	1896.41	1896.13	0.005	1897.67	1896.16	1.51	0.03
85	83	51.94	1896.13	1895.85	0.005	1897.59	1895.87	1.72	0.02

Tabla 17. Cálculo de caídas libres de la red de alcantarillado propuesta para la población La Mintzita, Mich.

## 6.7. REVISIÓN HIDRÁULICA DEL SISTEMA DISEÑADO

Para hacer la revisión hidráulica del sistema de alcantarillado diseñado, partimos con un dato importante para el cálculo: la densidad de la red.

La densidad de la red la calculamos de la siguiente manera:

$$Densidad = \frac{Poblacion\ proyecto}{Longitud\ total\ de\ la\ red}$$

Anteriormente ya determinamos la población proyecto, la cual corresponde a 2919 habitantes, y por otra parte, la longitud total de la red es de 11628.92m.

$$Densidad = \frac{Poblacion\ proyecto}{Longitud\ total\ de\ la\ red} = \frac{2919\ hab.}{11628.92\ m} = 0.251\ hab/m$$

Considerando la aportación de aguas residuales calculada con anterioridad  **$A_p = 106.50\ l/hab/dia$** , podemos determinar si los tramos cumplen con lo estipulado en el M.A.P.A.S.

En la siguiente tabla se muestra las revisiones de los diferentes tramos de la red de alcantarillado:

POZO	TRAMO	LONGITUDES (m)			POBLACIÓN SERVIDA (Acumulada) (habitantes)	GASTOS DE AGUAS NEGRAS				PENDIENTE (milésimas)	DIÁMETRO (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO						
		PROPIA DEL TRAMO	TRIBUTARIA EN EL CRUCERO	ACUMULADA PARA EL TRAMO			MEDIO (l/s)	MÍNIMO (l/s)	MÁXIMO INSTANTÁNEO (l/s)			MÁXIMO EXTRAORDINARIO (l/s)	TUBO LLENO		VELOCIDAD EFECTIVA A GASTO		TIRANTE	
													GASTO (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	Mínimo (m/s)	Máximo (m/s)	A gasto mínimo (cm)	A gasto máximo (cm)
		Aportación =	106.5	Densidad =	0.2510													
<b>COLECTOR</b>																		
32			6067.06															
	32 - 31	54.38		6121.44	1537	1.89	1.50	6.96	10.43	3	25	47.05	0.96	0.41	0.77	2.91	8.01	
31			339.35															
	31 - 30	50.42		6511.21	1634	2.014	1.500	7.356	11.035	3	25	47.048	0.958	0.409	0.784	2.915	8.249	
30			170.96															
	30 - 29	47.79		6729.96	1689	2.082	1.500	7.582	11.373	3	25	47.048	0.958	0.409	0.791	2.915	8.382	
29			272.08															
	29 - 4	40.59		7042.63	1768	2.179	1.500	7.904	11.856	3	25	47.048	0.958	0.409	0.801	2.915	8.570	
4			123															
	4 - 3	71.09		7236.72	1817	2.240	1.500	8.103	12.154	3	25	47.048	0.958	0.409	0.807	2.915	8.685	
3			100.64															
	3 - 2	100		7437.36	1867	2.301	1.500	8.305	12.458	3	25	47.048	0.958	0.409	0.812	2.915	8.800	
	2 - 1	90.44		7527.8	1890	2.330	1.500	8.398	12.597	12	25	94.096	1.917	0.650	1.318	2.039	6.136	
	1 - 6	36.19		7563.99	1899	2.341	1.500	8.434	12.651	22	25	127.407	2.596	0.797	1.619	1.744	5.249	
6			377.67															
	6 - 5	64.52		8006.18	2010	2.478	1.500	8.880	13.320	35	25	160.700	3.274	0.931	1.924	1.548	4.778	
	5 - 12	76.92		8083.1	2029	2.501	1.500	8.956	13.434	40	25	171.795	3.500	0.974	2.018	1.495	4.636	
12			2660.66															
	12 - 11	20.4		10764.16	2702	3.331	1.665	11.592	17.389	28	25	143.734	2.928	0.894	1.948	1.730	5.819	
	11 - 18	98.19		10862.35	2727	3.361	1.681	11.689	17.533	22	25	127.407	2.596	0.827	1.800	1.850	6.225	
<b>EMISOR</b>																		
18			11537.49															
	18-PTAR	91.43		11628.92	2919	3.598	1.799	12.422	18.633	11	25	90.090	1.835	0.671	1.446	2.290	7.716	

Tabla 18. Revisión hidráulica de la red

De acuerdo a la revisión hidráulica, los diámetros de tuberías propuestos en la red son adecuados ya que cumplen con los requerimientos en las distintas variables hidráulicas conforme a la normativa.

## **6.8. PLANOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO**

Los siguientes planos son el resultado de una serie de cálculos y de la toma de decisiones procurando siempre que la red de alcantarillado sanitario cumpla su propósito de la mejor manera posible. En ellos se estipula la información que servirá para la construcción de dicha red, ya que para desarrollar un proyecto de construcción es necesario contar con un plano donde se muestre la ubicación, el diseño y las dimensiones con precisión, así como la relación de todos los elementos del proyecto.

En el plano número uno se muestran los datos preliminares que son base para los cálculos y planos posteriores. Estos datos preliminares son: Traza urbana, topografía y límite de crecimiento.

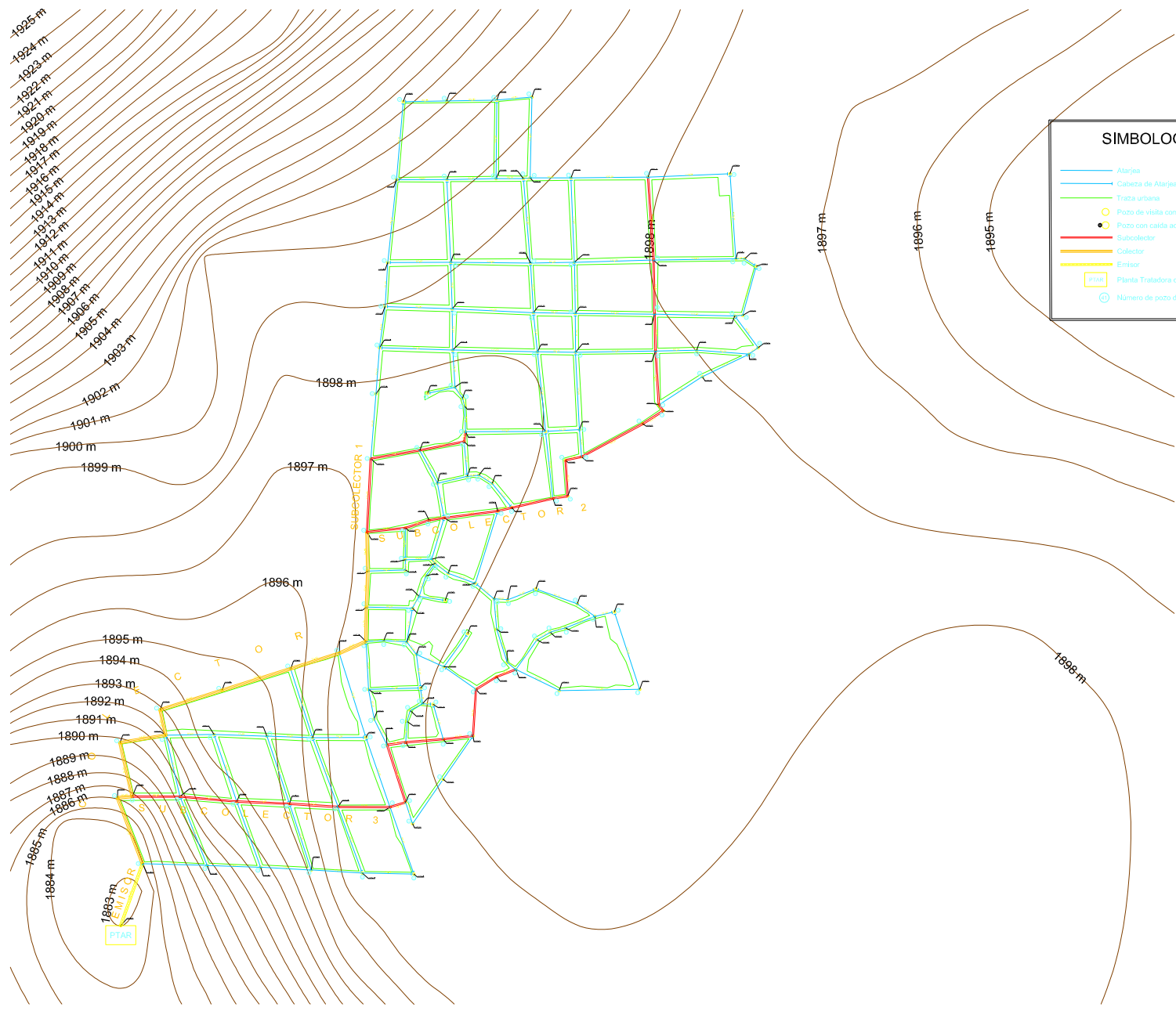
El plano número dos comprende lo que es el proyecto geométrico, en el cual se encontrarán las alturas de terreno, así como las pendientes y elevaciones corregidas en cada uno de los pozos y tramos del sistema de alcantarillado.

Por último, contamos con el plano número tres (revisión hidráulica), el cual contiene las pendientes y los diámetros propuestos de los subcolectores, colector y emisor, así como también las longitudes tributarias y acumuladas para cada tramo. Todos los datos mencionados anteriormente, son necesarios para realizar el cálculo en la revisión hidráulica.

Para una mejor observación a detalle, se adjuntan cada uno de los planos necesarios para este proyecto en el anexo del presente trabajo.

También se presenta una serie de pequeños detalles de cada uno de los planos anteriormente mencionados.

# PLANO 1. TOPOGRÁFICO Y PLANEACIÓN DEL SISTEMA.



**SIMBOLOGÍA**

- Atarjes
- Cabeza de Atarjes
- Traza urbana
- Pozo de visita común
- Pozo con caída adosada
- Subcolector
- Colector
- Emisor
- PTAR Planta Tratadora de Aguas Residuales
- 1 Número de pozo de visita

**ORIENTACIONE**  
NORTE

**LOCALIZACIONE**  
La Mintzita  
Municipio de Morelia, Mich.

**MICROLOCALIZACIONE**

**MICROLOCALIZACIONE**  
MORELIA

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**TÍTULO:**  
PROYECTO DE ALcantarillado sanitario PARA LA POBLACION DE LA MINTZITA, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN.

**ALUMNO:**  
Carlos Arturo Barriga Saucedo

**SECCION:** 05      **MATERIA:** 1040149X

**ASESOR:**  
Dr. Roberto García Acevedo

**TÍTULO:**  
Topográfico y Planeación del Sistema

**ESCALA:** 1 : 2500      **CLAVE:**

**NOTACIONES EN:** metros      **01**

**FECHA:** MARZO DE 2021

Topografía

En la imagen anterior podemos observar el plano topográfico y planeación del sistema; como se especificó anteriormente, los planos serán mostrados en una escala mayor en el apartado de anexos, al final del presente trabajo. Se puede apreciar a grandes rasgos las curvas de nivel, el trazado de calles, la red de atarjeas propuestas, así como también los elementos complementarios como los subcolectores, los colectores y el emisor, así como su respectiva Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ubicada en la zona más baja de la población, pero dentro del límite de crecimiento de la misma.

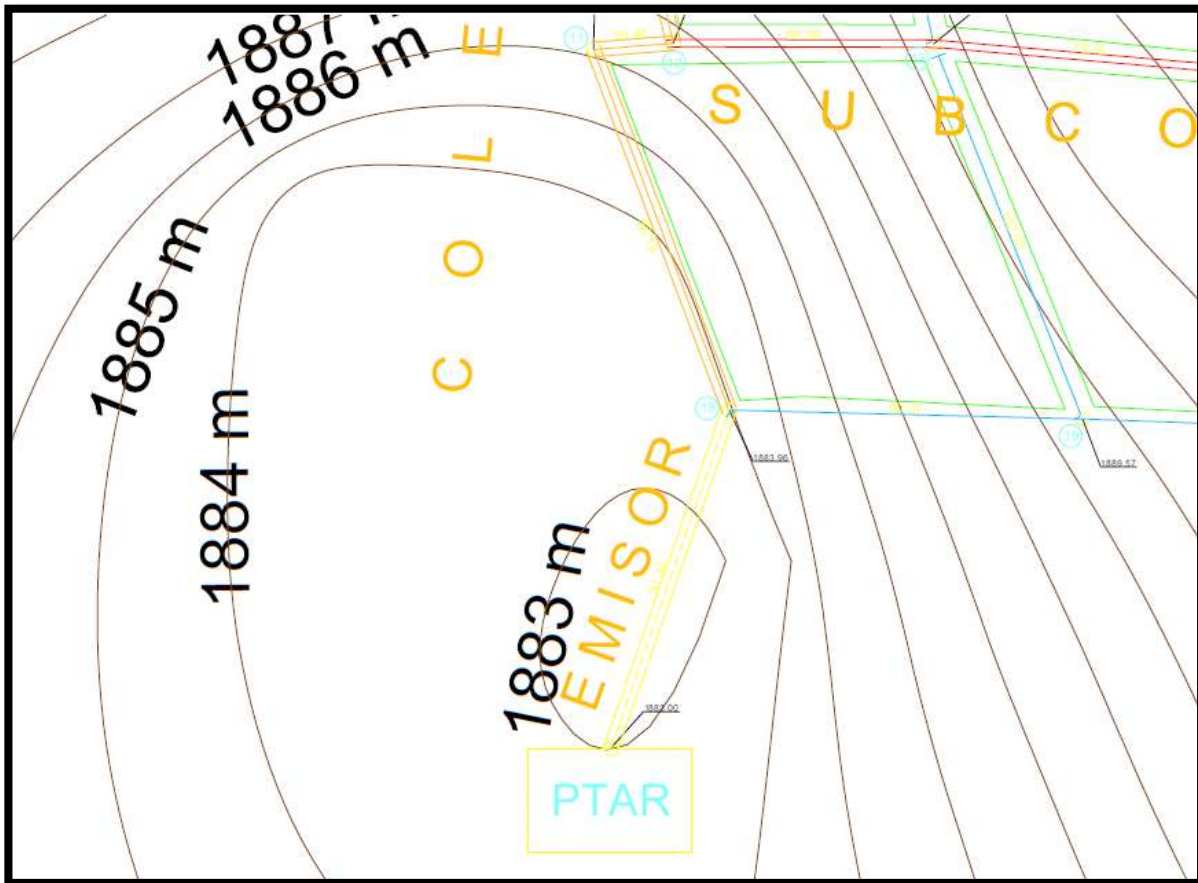
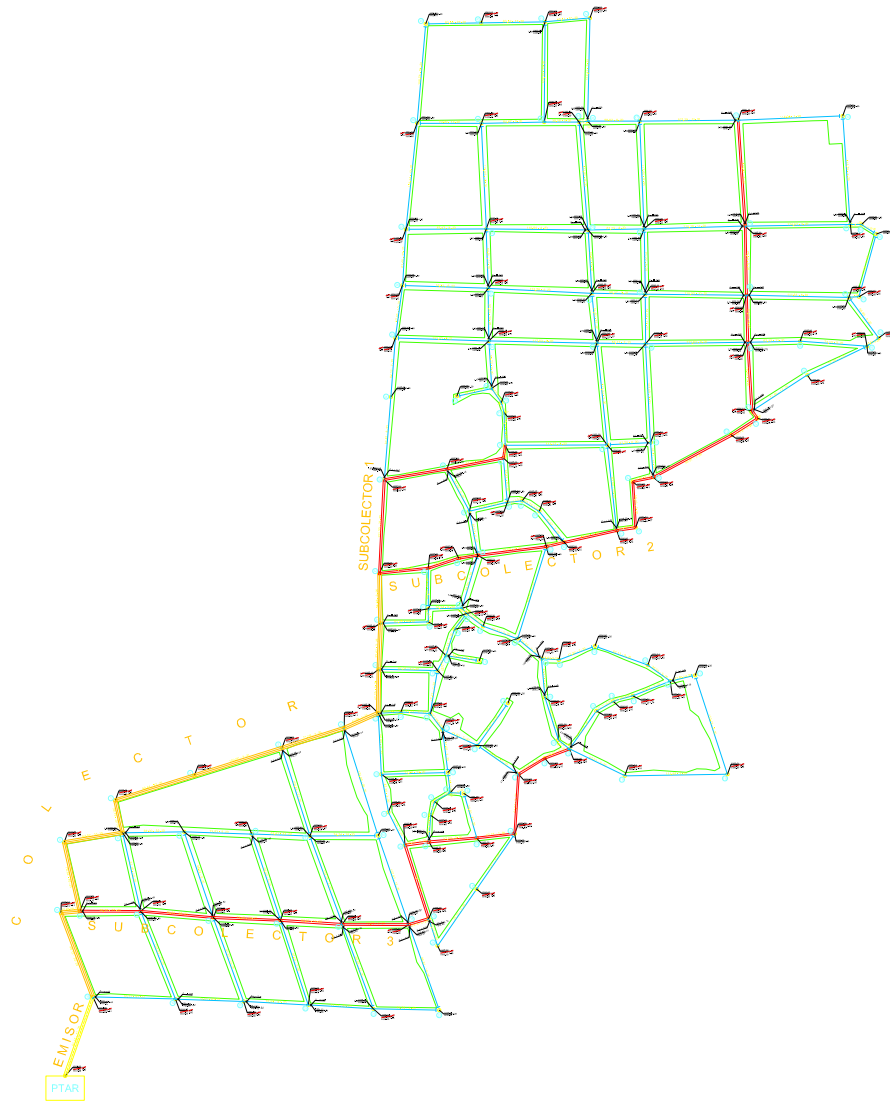


Ilustración 8. Detalle de la planeación del sistema en la zona más baja de la comunidad La Mintzita, Mich.

En el suroeste de la comunidad La Mintzita se propuso la Planta Tratadora de Aguas Residuales, ya que la topografía desciende significativamente en esa zona.

# PLANO 2. PROYECTO GEOMÉTRICO.



**SIMBOLOGÍA**

- Atarjea
- Cabeza de Atarjea
- Trazo urbana
- Pozo de visita común
- Pozo con caída adosada
- Subcolector
- Colector
- Emisor
- PTAR Planta Tratadora de Aguas Residuales
- 1 Número de pozo de visita

**SIMBOLOGÍA**

Para las tuberías

$\frac{\text{longitud} - \text{pendiente} - \text{diámetro de tubería}}{\text{(m)} \quad \text{(porcientos)} \quad \text{(cm)}}$

Para los pozos de visita

$\frac{\text{COTA TL} - \text{PROFUNDIDAD}}{\text{COTA PLANTA}} \quad \text{COTA PLANTA}$

Para caídas libres

$\frac{\text{C.A.} = 0.02 \quad \text{Altura de caída libre}}{\text{PROFUNDIDAD DEL TUBO} \quad \text{COTA TL} \quad \text{COTA ALLEGIADA DEL TUBO}}$

Para caídas adosadas

$\frac{\text{C.A.} = 1.00}{\text{PROFUNDIDAD} - \text{COTA TL DEL ACCESORIO} \quad \text{COTA TL DEL ACCESORIO}}$

ORIENTACIONE **NORTE**

MACROLOCALIZACIÓN

LOCALIZACIÓN  
La Mintzita  
Municipio de Morelia, Mich.

MACROLOCALIZACIÓN

LOCALIZACIÓN

MACROLOCALIZACIÓN

**MORELIA**

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

TÍTULO: PROYECTO DE ALICANTARILLO SANITARIO PARA LA POBLACION DE LA MINTZITA, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN.

ALUMNO: Carlos Arturo Barriga Saucedo

SECCION: 05 MATERIA: 1040149X

ASESOR: Dr. Roberto García Acevedo

TÍTULO: Proyecto geométrico de alcantarillado

ESCALA: 1 : 2500 CLAVE:

NOTACIONES EN metros

FECHA: MARZO DE 2021

**02**

## Detalles del proyecto geométrico

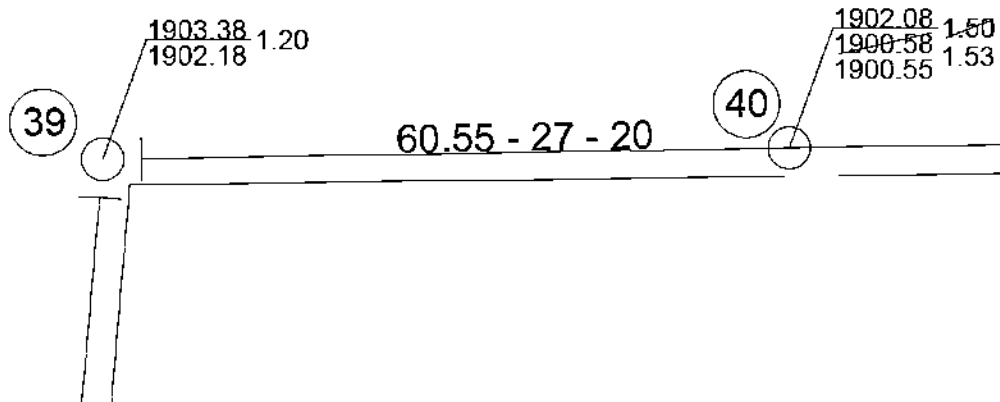


Ilustración 9. Acercamiento en el plano del proyecto geométrico.

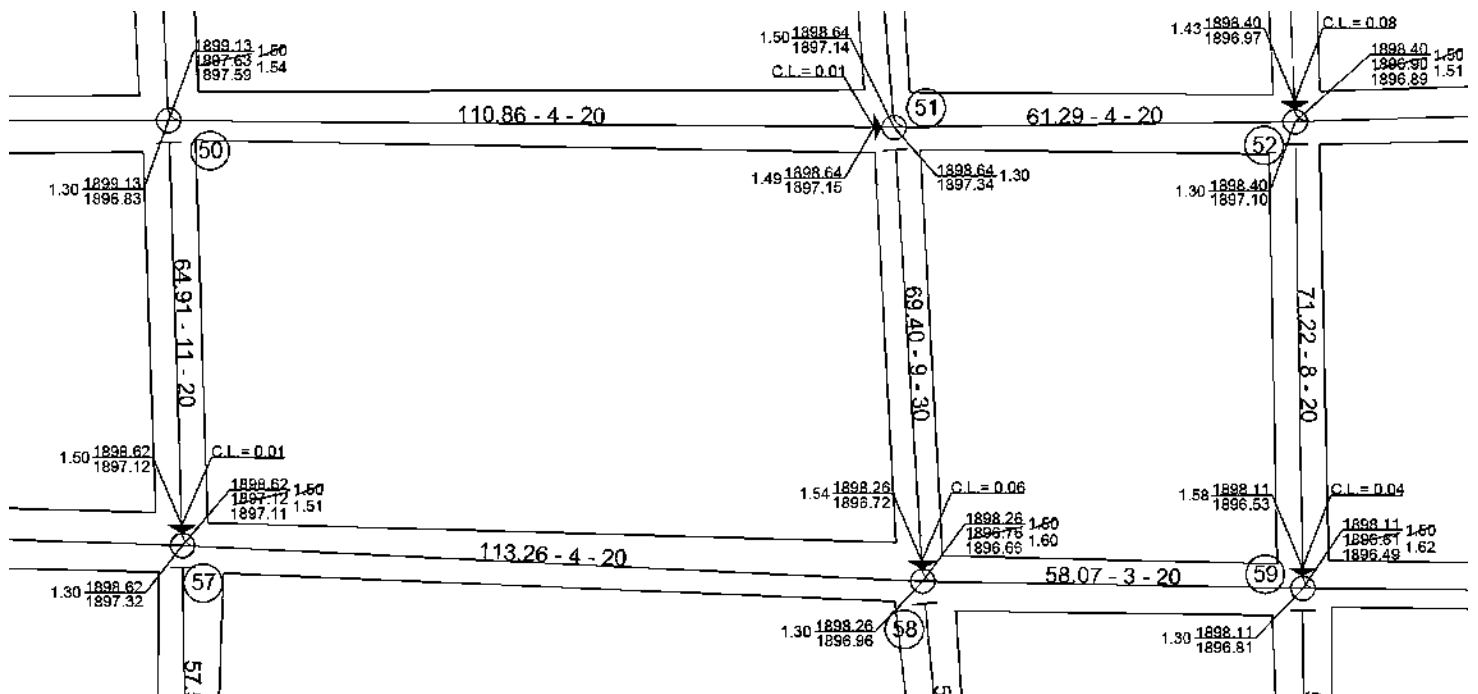
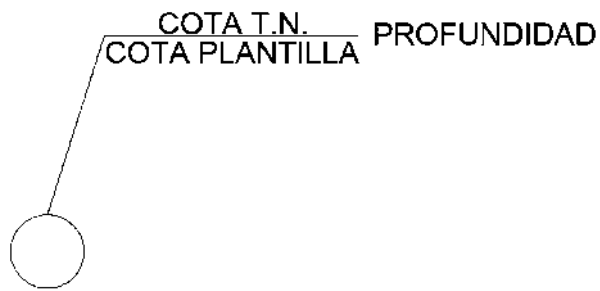


Ilustración 10. Acercamiento en el plano del proyecto geométrico en pozos con caídas libres.

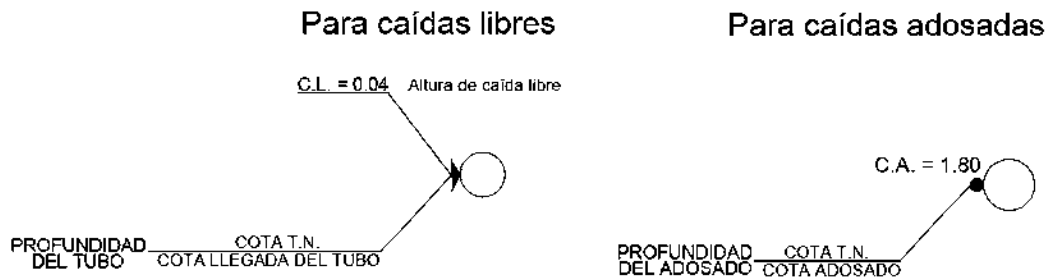
En los detalles anteriores, se hace un acercamiento en el cuales se observan las propiedades de los pozos de visita y de las tuberías.



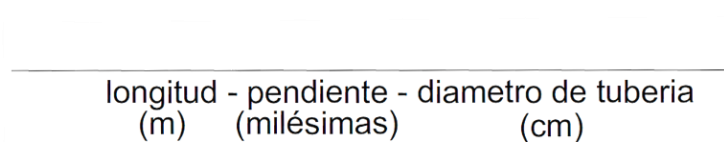
En el caso de los pozos de visita comunes, se indica lo siguiente:



En el caso de pozos con caídas libres y caídas adosadas se tiene lo siguiente:



Para las tuberías se indica lo siguiente:



# PLANO 3. REVISIÓN HIDRÁULICA.



**SIMBOLOGÍA**

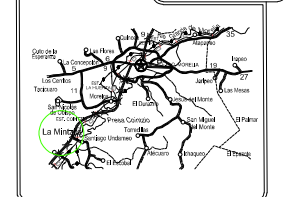
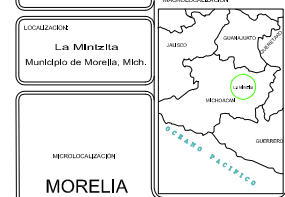
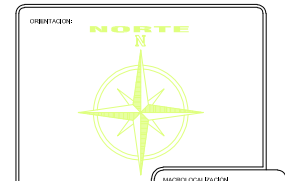
- Atarjes
- Cabeza de Atarjes
- Trazo urbana
- Pozo de visita común
- Pozo con caída adosada
- Subcolector
- Colector
- Emisor
- PTAR
- Planta Tratadora de Aguas Residuales
- Número de pozo de visita

**SIMBOLOGÍA**

Revisión Hidráulica

$\frac{\text{longitud} \cdot pendiente \cdot \text{diámetro de tubería}}{1000} = \frac{\text{metros}}{\text{metros}} = \text{metros}$

L1 = Longitud tributaria  
La = Longitud acumulada



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO:  
PROYECTO DE ALICANTARILLO SANITARIO  
PARA LA POBLACIÓN DE LA MINTZITA,  
MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN.

ALUMNO:  
Carlos Arturo Barriga Saucedo

SECCION: **05**      MATRÍCULA: **1040149X**

ASESOR:  
Dr. Roberto García Acevedo

TÍTULO:  
Revisión hidráulica

ESCALA:  
1 : 2500      CLAVE:

NOTACIONES EN:  
metros      **03**

FECHA:  
MARZO DE  
2021

## Detalles del plano de revisión hidráulica

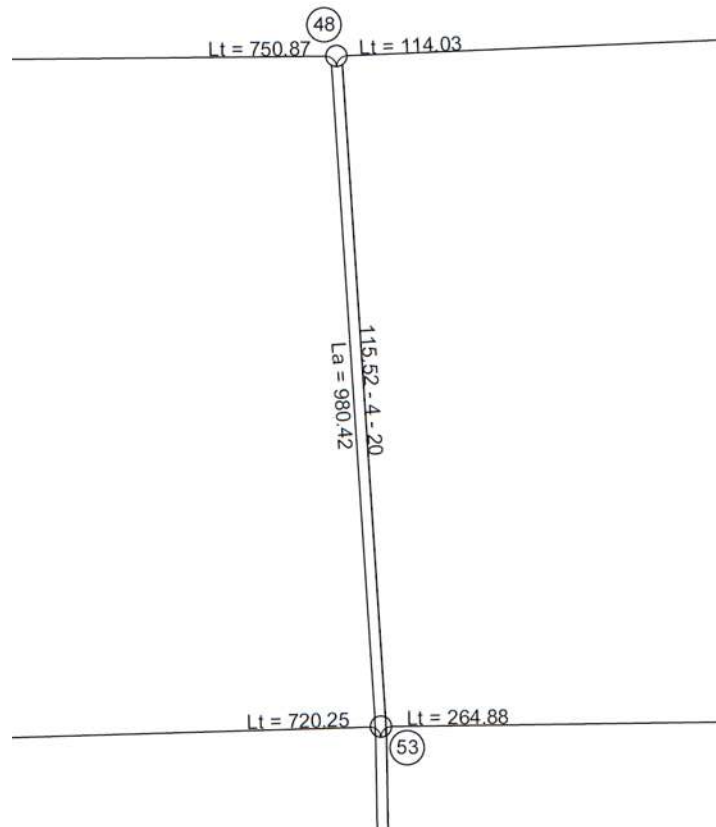


Ilustración 11. Acercamiento en el plano de revisión hidráulica.

En este plano, básicamente se muestran las propiedades de la tubería determinadas en el proyecto geométrico (longitud, pendiente y diámetro), así como las longitudes tributarias (Lt) y longitudes acumuladas (La).

Los datos mencionados anteriormente son necesarios para poder realizar la revisión hidráulica en la hoja de cálculo (página 83).



## CAPÍTULO 7

### CONCLUSIONES

### Y RECOMENDACIONES



## **CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **7.1. CONCLUSIONES**

Una vez realizado este proyecto, podemos concluir que se logró satisfactoriamente con todos los objetivos planteados al principio del presente trabajo.

Dentro del marco socioeconómico, al determinar el contexto en el que se encuentra la población, podemos concluir que el proyecto propuesto es una alternativa viable, ya que además de cumplir con la normativa vigente, también atiende los aspectos culturales y sociales de la comunidad. Dentro del impacto social de este trabajo, se prevé que el presente proyecto beneficie al final de la vida útil del mismo a cerca de 2919 personas pertenecientes a la población de La Mintzita, además de que beneficiará la salud pública evitando el brote de enfermedades e infecciones en la población.

Al elaborar el proyecto se logra la planeación y cálculo geométrico de la red de drenaje para esta comunidad, atendiendo a las condiciones de los estudios preliminares.

Cabe mencionar que, dado que la topografía de la comunidad presenta una ligera meseta, el diseño por gravedad representaba tomar alternativas las cuales no son muy rentables, tales como: poner dos plantas tratadoras de aguas o poner bombas; es por eso que se optó como alternativa profundizar algunos pozos, para que el total de la red propuesta funcione por medio de gravedad.

Se obtuvieron los planos, que son indispensables para la construcción de la red, siendo este el objetivo principal de este trabajo. Así mismo, las propuestas hechas en los planos se revisaron de acuerdo a la normatividad vigente y se cumplió con los requisitos en las distintas variables hidráulicas.

Si se construye la red conforme a lo establecido en este proyecto se estaría logrando evitar focos de infección en la población, toda vez que se estaría desalojando un caudal de 18.63 l/s, mismo que posteriormente se llevaría a un sistema de tratamiento con lo que las condiciones sanitarias de la zona se mejorarían, al mismo tiempo que se reduce la contaminación en el cuerpo receptor de la descarga.

## **7.2. RECOMENDACIONES**

Es muy importante tener en cuenta que el presente proyecto es un trabajo que contempla únicamente la ingeniería básica, que es la base para un proyecto ejecutivo. Una vez a nivel ejecutivo podrá hacerse uso del mismo para gestionar recursos económicos para la población.

Como primera recomendación, es importante mencionar que antes de llevar a nivel ejecutivo el presente trabajo de ingeniería básica primeramente debe verificarse la topografía y hacerse los ajustes necesarios.

Otra recomendación es que al igual que en cualquier proyecto de ingeniería, éste sea construido con materiales de buena calidad y que se respeten las dimensiones calculadas para cada una de las partes que comprenden la red, para lograr que la red trabaje como se planificó al diseñarla en un principio y que de esta forma el sistema alcance el periodo de diseño proyectado.

Aunado a lo anterior, se recomienda que el sistema reciba el mantenimiento necesario para que éste trabaje de manera adecuada durante toda la vida útil del proyecto.

Se sabe que la construcción, operación y el mantenimiento de una Planta Tratadora de Aguas Residuales conlleva una inversión bastante

considerable, no obstante, se recomienda que se hagan las gestiones necesarias para que se construya ésta dentro de la localidad, esto para evitar que el agua residual tenga impactos negativos sobre el medio ambiente, cuidando de esta forma los cuerpos de agua cercanos, como, por ejemplo, el manantial de la Mintzita, el agua subterránea y el propio subsuelo.



# CAPÍTULO 8

## REFERENCIAS





## **CAPÍTULO 8. REFERENCIAS**

### **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS CONSULTADAS**

Albireo. *Topografía y Geomática*. (23 de Septiembre de 2015). Obtenido de <http://www.albireotopografia.es/topografia-del-relieve/>

CONAGUA. (2007). *Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento; obras accesorias para alcantarillado sanitario y pluvial*.

CONAGUA. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. México, D.F.: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Fraga, Á. B. (2010). *Programa de Manejo de la Zona Sujeta a Preservación Ecológica "Manantial La Mintzita" y su Zona de Amortiguamiento, del Municipio de Morelia, Michoacán*. Morelia, Mich.

García Acevedo, R., & Ruíz Chávez, R. (2016). *Apuntes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial*. Morelia, Michoacán.

*Geología, ramas y aplicaciones*. (s.f.). Obtenido de <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/mecanica-de-rocas/macizo-rocoso/#Discontinuidades>

Gobierno, F. (25 de Febrero de 2019). *Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal*. Obtenido de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16053a.html>

Gobierno, F. (13 de Marzo de 2019). *Prontuario de Información Geográfica de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de <https://docplayer.es/60504-Prontuario-de-informacion-geografica-municipal-de-los-estados-unidos-mexicanos-morelia-michoacan-de-ocampo-clave-geoestadistica-16053.html>

Gonzalez De Vallejo, L. I. (2002). *Ingeniería Geológica*. Prentice Hall.

INEGI. (Agosto de 2016). *Guía para la Interpretación de Cartografía Edafología*. Obtenido de [www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf](http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafIII.pdf)

Ruíz Chávez, R., & García Acevedo, R. (Agosto 2016). *Apuntes de la Materia de Abastecimiento de Agua Potable*. Morelia Michoacán: Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Santamaria, M. A. (2009). *Diseño de la Red de Alcantarillado Sanitario y Pluvial del Corregimiento de La Mesa - Cesar*. Bogotá, Colombia.

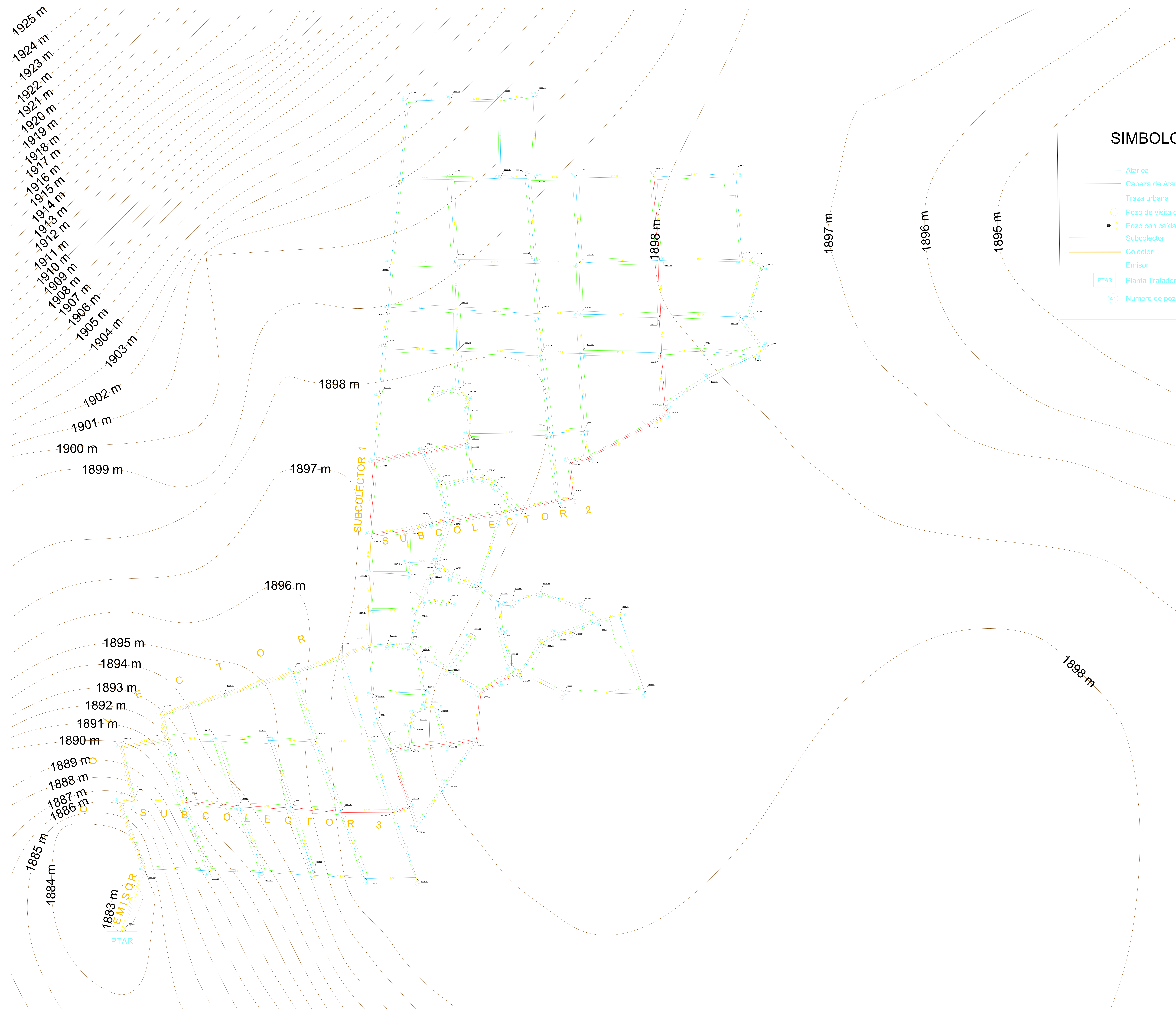
UNAM. (1988). *Mejoras al método usual de diseño hidráulico de alcantarillas*.



# CAPÍTULO 9

## ANEXOS





### SIMBOLOGÍA

- Atarjea
- Cabeza de Atarjea
- Traza urbana
- Pozo de visita común
- Pozo con caída adosada
- Subcolector
- Colector
- Emisor
- PTAR Planta Tratadora de Aguas Residuales
- 41 Número de pozo de visita

ORIENTACION: **NORTE**

LOCALIZACION:  
**La Mintzita**  
Municipio de Morelia, Mich.

MICROLOCALIZACION  
**MORELIA**

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:  
**PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA POBLACIÓN DE LA MINTZITA,  
MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN.**

ALUMNO:  
**Carlos Arturo Barriga Saucedo**

SECCIÓN: **05**      MATRICULA: **1040149X**

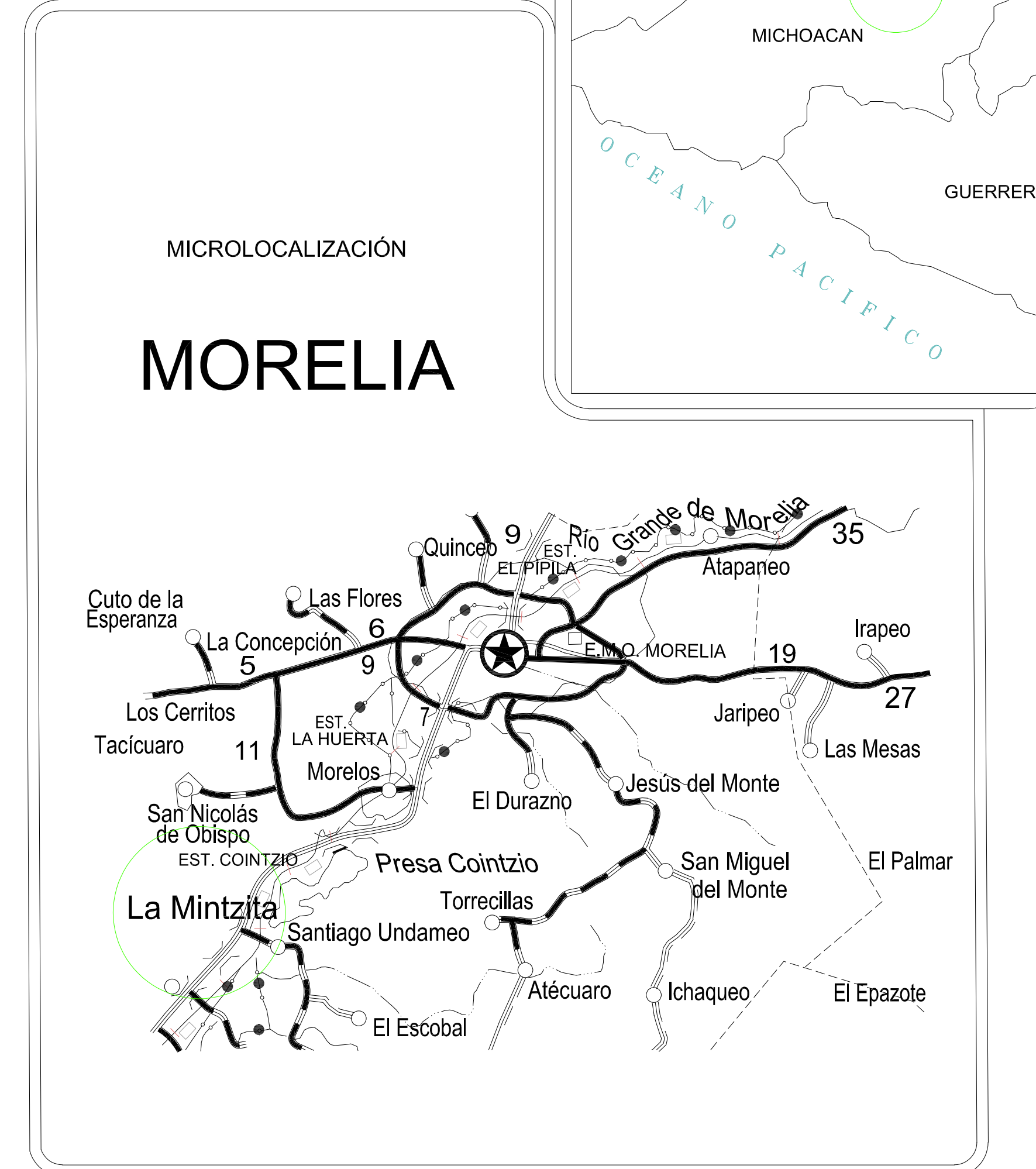
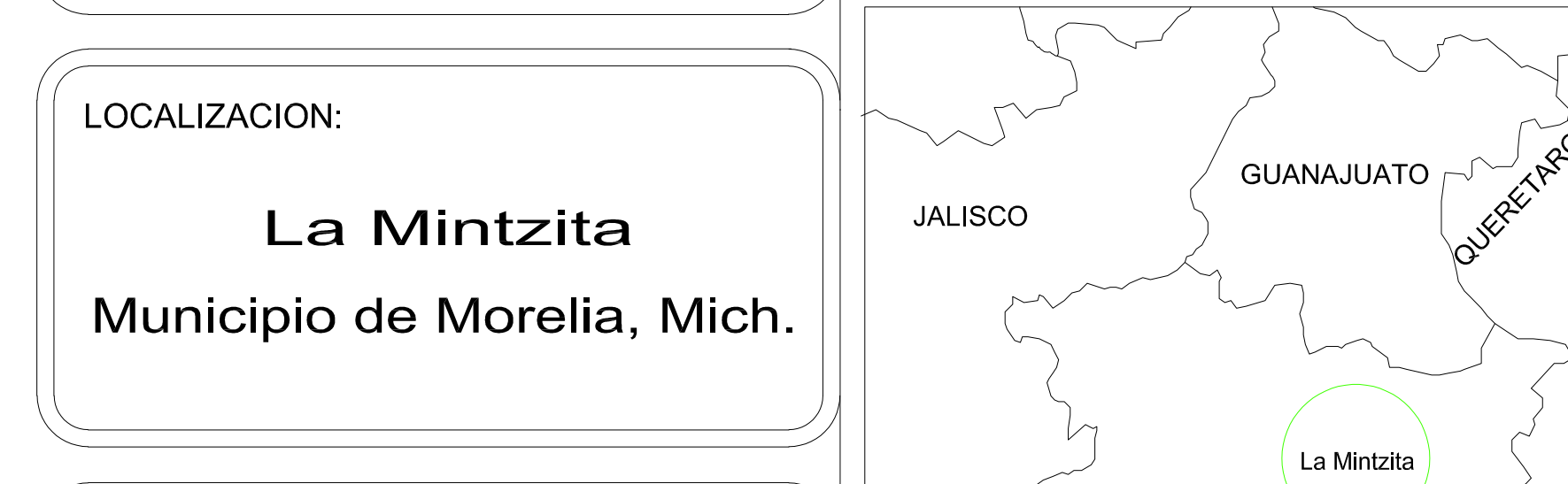
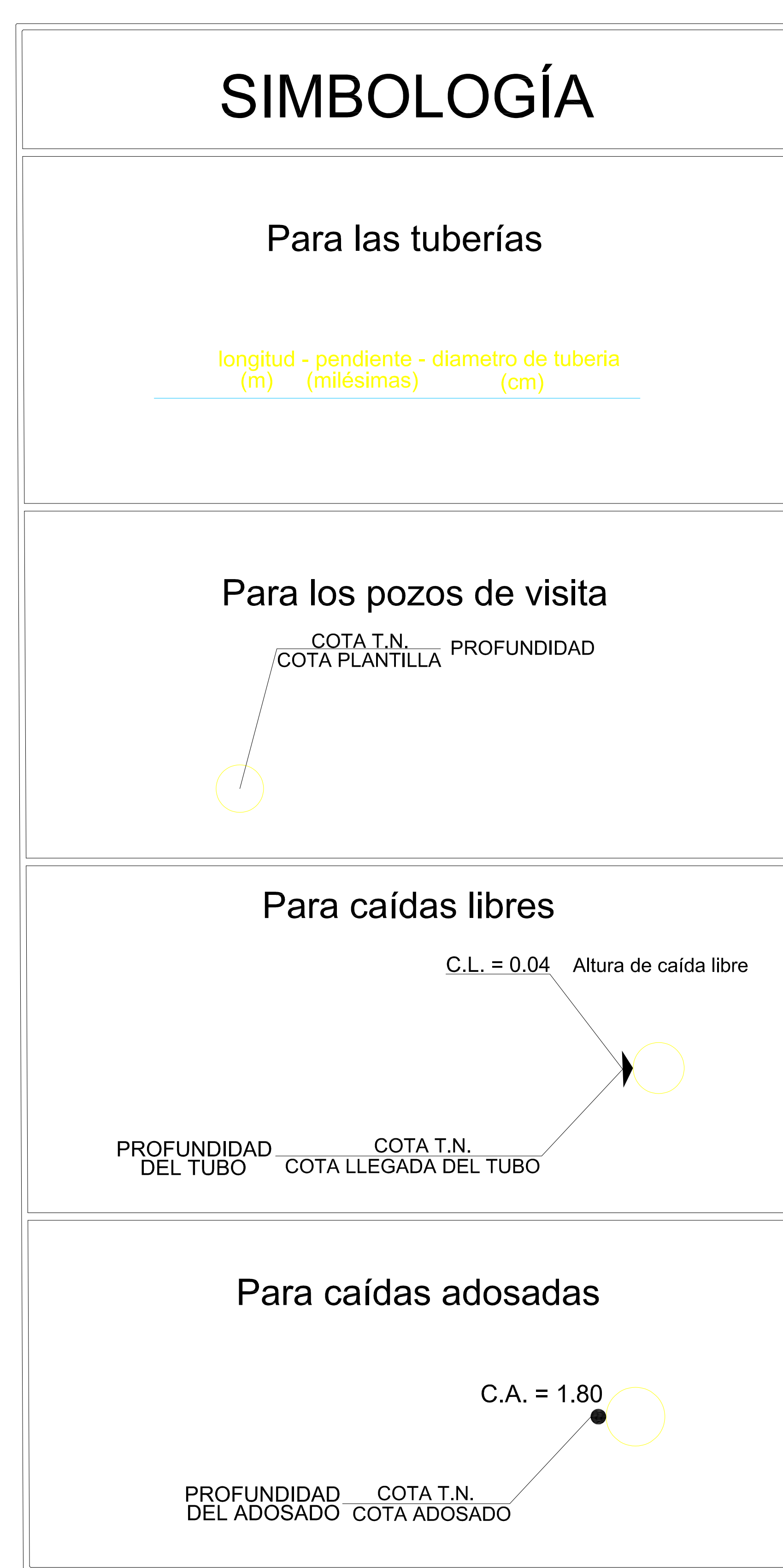
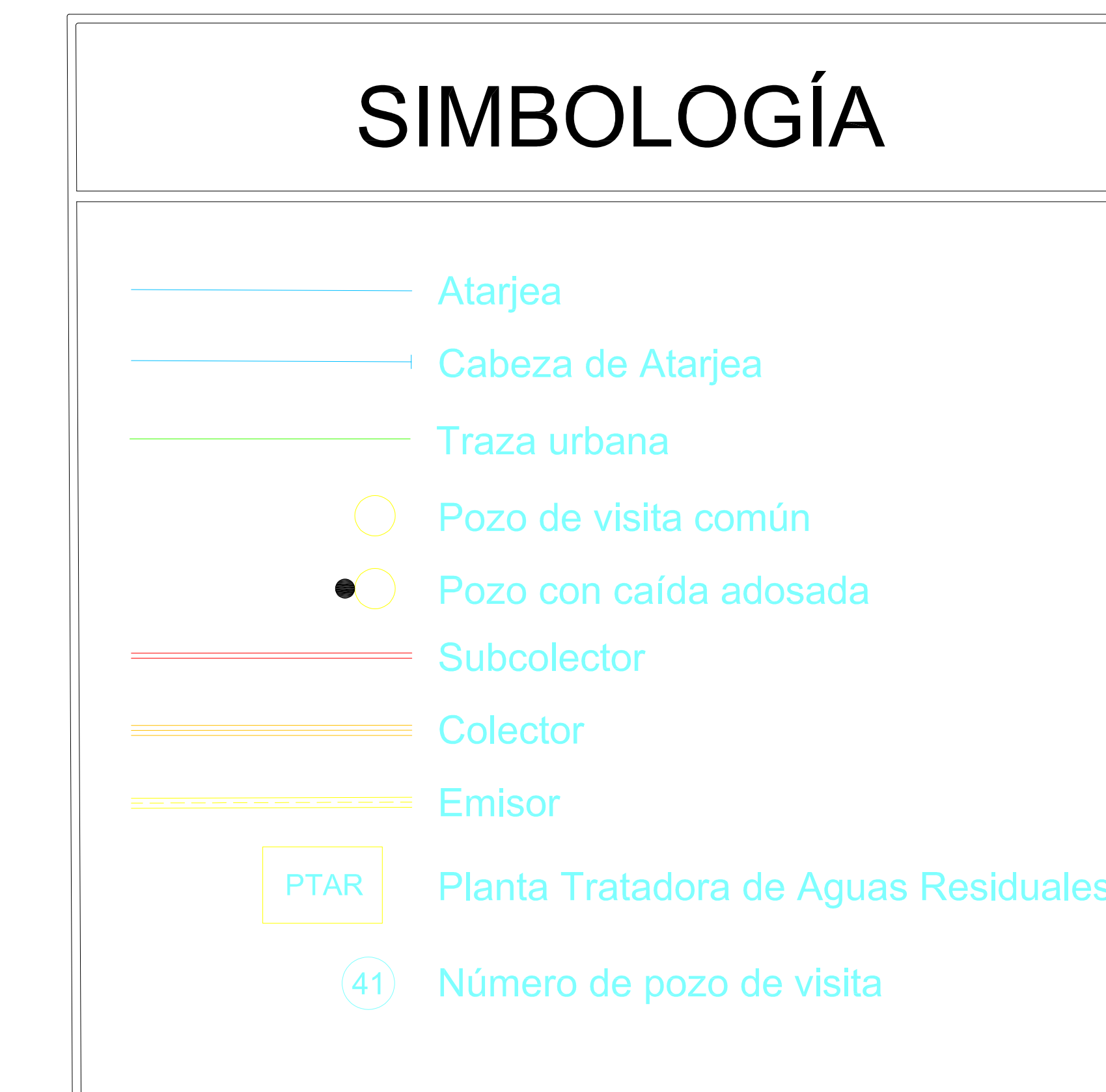
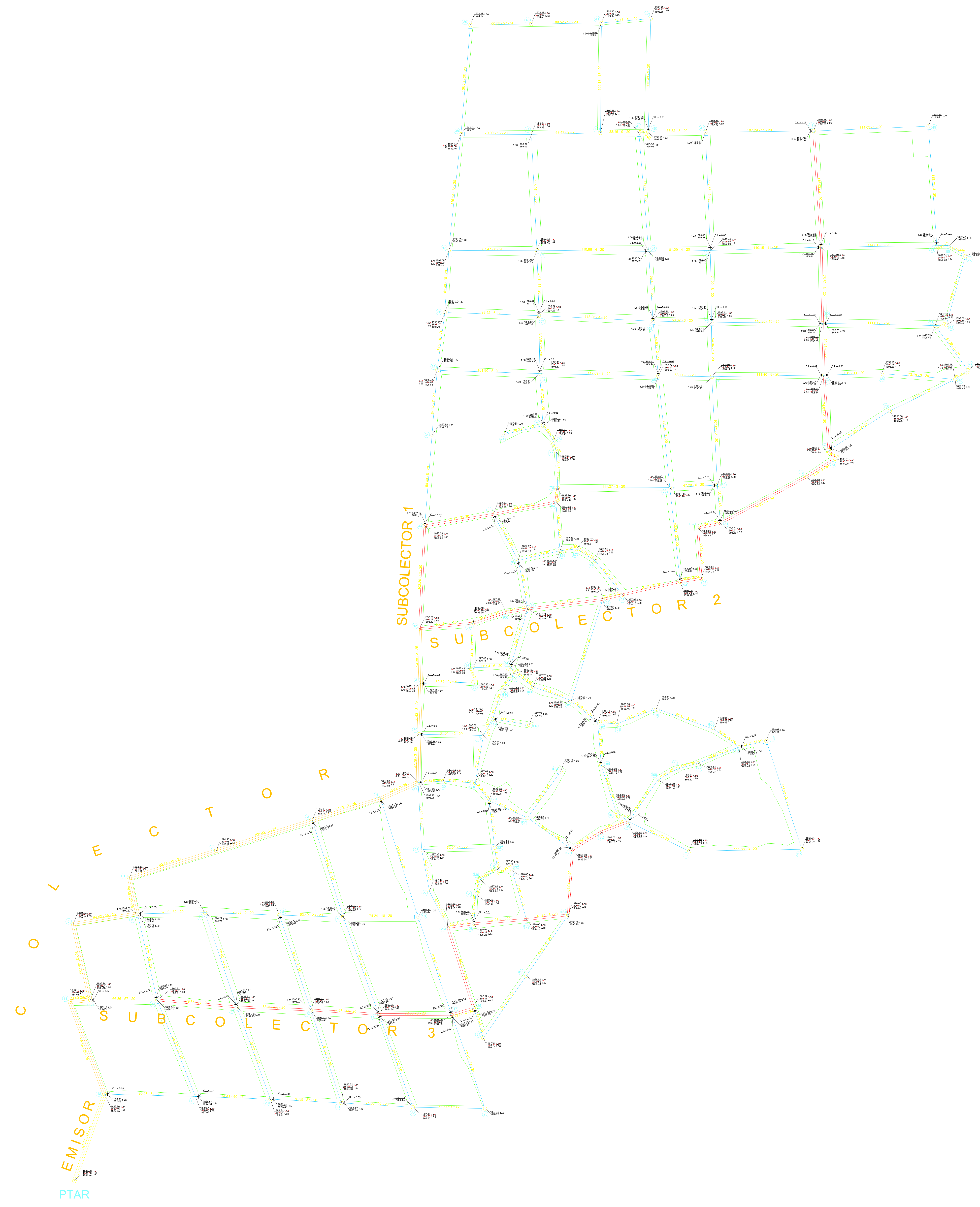
ASESOR:  
**Dr. Roberto García Acevedo**

PLANO:  
**Topográfico y Planeación del Sistema**

ESCALA: **1 : 2500**      CLAVE:

ACOTACIONES EN:  
**metros**      **01**

FECHA:  
**MARZO DE 2021**



TESIS:

**PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACION DE LA MINTZITA, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN.**

ALUMNO:

**Carlos Arturo Barriga Saucedo**

SECCION: **05** MATRICULA: **1040149X**

ASESOR:

**Dr. Roberto García Acevedo**

PLANO:

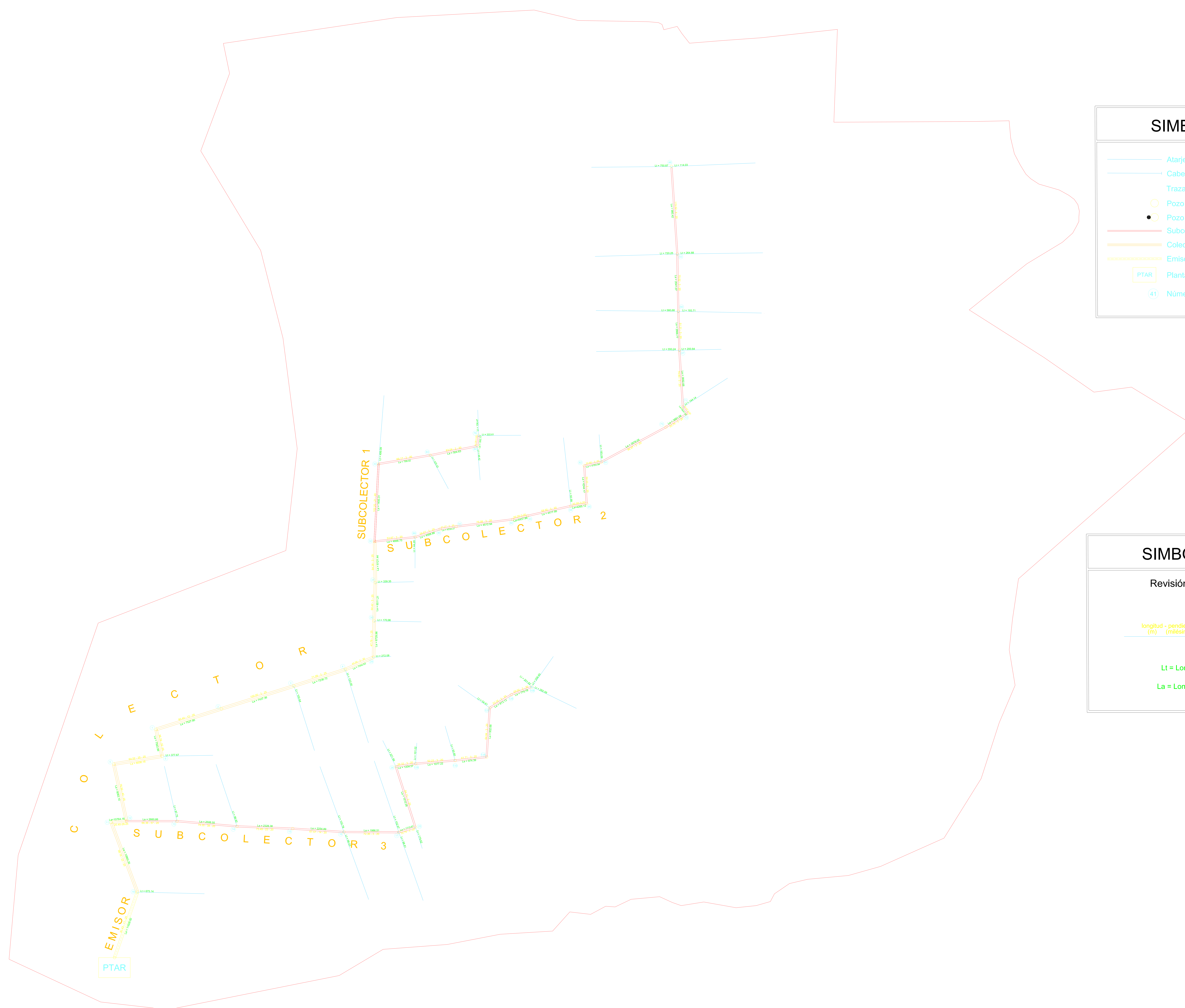
**Proyecto geométrico de alcantarillado**

ESCALA: **1 : 2500** CLAVE:

ACOTACIONES EN: **metros**

FECHA: **MARZO DE 2021**

02



### SIMBOLOGÍA

- Atarjea
- Cabeza de Atarjea
- Traza urbana
- Pozo de visita común
- Subcolector
- Colector
- Emisor
- PTAR Planta Tratadora de Aguas Residuales
- 41 Número de pozo de visita

### SIMBOLOGÍA

#### Revisión Hidráulica

longitud - pendiente - diámetro de tubería  
(m) - (milésimas) - (cm)

L<sub>t</sub> = Longitud tributaria

L<sub>a</sub> = Longitud acumulada

ORIENTACION:

**NORTE**

LOCALIZACION:

**La Mintzita**  
Municipio de Morelia, Mich.

MACROLOCALIZACIÓN

MICROLOCALIZACIÓN

## MORELIA

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE  
SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

**PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
PARA LA POBLACION DE LA MINTZITA,  
MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN.**

ALUMNO:

**Carlos Arturo Barriga Saucedo**

SECCIÓN: **05**      MATRICULA: **1040149X**

ASESOR:

**Dr. Roberto García Acevedo**

PLANO:

**Revisión hidráulica**

ESCALA: **1 : 2500**      CLAVE:

ACOTACIONES EN:

**metros**      **03**

FECHA:

**MARZO DE  
2021**