

**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**MORELIA, MICHOACÁN**

**“PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA POBLACIÓN DE LA MANZANA DE SAN LUIS, MUNICIPIO DE OCAMPO, MICHOACÁN”**

**TESIS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTA:**

**JUAN PABLO ESTRADA DOMÍNGUEZ**

**ASESOR:**

**DR. ROBERTO GARCÍA ACEVEDO**

**MORELIA, MICHOACÁN, JUNIO DE 2022**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, a Dios quien me ha guiado y dado fortaleza para seguir adelante, y ahora, me ha permitido llegar a este importante momento.

A mis padres Pedro y Ma. Angélica, por apoyarme y brindarme su amor en todo momento, por darme una carrera para mi futuro y creer en mí. Sin su compromiso no sería la persona que soy ahora; muchos de mis logros se los debo a ustedes.

A mis hermanos Pedro y Luis Antonio, les agradezco no solo los buenos aportes que han hecho a mi vida, sino por los grandes momentos de felicidad y de diversas emociones que hemos tenido, son parte fundamental de mi vida.

A toda mi familia, mis abuelos, tíos y primos, gracias por darme su consejo, por depositar su afecto y confianza en mi persona, además de darme motivación para seguir adelante.

A mis profesores, que son parte fundamental en mi formación y que me han guiado con su experiencia para poder ser una mejor persona y profesional. Mis especiales agradecimientos a mi asesor de tesis Dr. Roberto García Acevedo, quien desde un principio depositó su confianza en mí y me ayudó a poder llevar a cabo esta tesis.

Por último, agradezco a mis amigos y compañeros de escuela, que me han brindado su amistad y me han ayudado a lo largo de este camino.

## CONTENIDO

RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO 2. OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo General. ....	12
2.2 Objetivos Particulares.....	12
CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES .....	13
3.1 Marco Físico.....	14
3.1.1 Historia. ....	14
3.1.2 Generalidades de la Localidad. ....	15
3.1.3 Localización y Geografía .....	16
3.1.4 Vías de Comunicación .....	18
3.1.5 Hidrología e Hidrografía.....	20
3.1.6 Geología .....	22
3.1.7 Edafología .....	23
3.1.8 Climas, vientos, temperaturas y lluvias.....	24
3.1.9 Orografía .....	25
3.2 Marco Socioeconómico.....	26
3.2.1 Vivienda.....	26
3.2.2 Servicios.....	28
3.2.3 Centros educativos.....	29
3.2.4 Actividades Económicas .....	32
3.2.5 Recreación .....	34
3.2.6 Necesidades de la localidad.....	35
3.3 Aspectos demográficos.....	37

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

3.3.1 Categoría Política.....	38
3.3.2 Datos Estadísticos de la Población y Población Actual Estimada .....	38
<b>CAPÍTULO 4. ESTUDIOS PRELIMINARES .....</b>	<b>40</b>
4.1 Topografía.....	41
4.2 Traza Urbana y Límite de Crecimiento.....	43
4.3 Superposición de la Información Preliminar .....	44
<b>CAPÍTULO 5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO.....</b>	<b>47</b>
5.1 Tipo de Tuberías.....	49
5.2 Velocidades Asociadas al Diseño Geométrico.....	50
5.3 Pendientes.....	50
5.4 Diámetros.....	52
5.5 Pozos de Visita .....	52
5.6 Descargas Domiciliarias .....	57
<b>CAPÍTULO 6. DISEÑO HIDRÁULICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO .....</b>	<b>58</b>
6.1 Variables Hidráulicas.....	59
6.2 Determinación de la Población Actual y de Proyecto.....	62
6.3 Determinación de Gastos de Diseño .....	65
6.3.1 Dotación.....	65
6.3.2 Gasto Medio.....	68
6.3.3 Gasto Mínimo .....	69
6.3.4 Gasto Máximo Instantáneo.....	69
6.3.4 Gasto Máximo Extraordinario .....	70
6.4 Planeación del Sistema de Alcantarillado .....	72
6.4.1 Red de Atarjeas.....	73
6.4.2 Subcolectores .....	75
6.4.3 Colectores.....	75

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

6.4.4 Emisores .....	76
6.5 Proyecto Geométrico (Profundidades Y Cotas De Pozos, Longitudes, Pendientes Y Diámetros De Tuberías).....	76
6.5.1 Componentes del Sistema .....	76
6.5.2 Pozos de Visita.....	77
6.6 Pendientes, Diámetros de la Red y Profundidades de los Pozos .....	79
6.7 Revisión Hidráulica .....	81
<b>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>87</b>
7.1 Conclusiones .....	88
7.2 Recomendaciones.....	90
<b>CAPÍTULO 8. REFERENCIAS.....</b>	<b>91</b>
<b>CAPÍTULO 9. ANEXOS.....</b>	<b>93</b>

## **RESUMEN**

Debido a las necesidades sanitarias de la población, se decidió hacer un proyecto de alcantarillado sanitario, para que las aguas negras generadas sean evacuadas de las viviendas, siendo más higiénico y sano el sitio en el que se encuentra la localidad. También, se tiene una responsabilidad con el medio ambiente, por lo que es vital que las poblaciones cuenten con estos sistemas de alcantarillado, preservando el entorno.

En esta tesis se muestra el proceso para el diseño de una red de alcantarillado de la localidad de la Manzana de San Luis, municipio de Ocampo, Michoacán. Se tocan temas como las generalidades de la localidad y su economía, los estudios preliminares, en los cuales, parte fundamental es la topografía del sitio, también, se toma en cuenta que un sistema de alcantarillado conlleva una planeación, misma que está integrada por atarjeas, colectores, interceptores, emisores, descarga final y la ubicación de una planta de tratamiento, otro tema es el diseño geométrico de la red, que trata del tipo de tubería que hay para estos proyectos, las pendientes, velocidades y diámetros, de igual manera, se habla del diseño hidráulico de la red, que es una parte fundamental del proyecto y consiste en los cálculos a los que se somete los tramos de tubería de la red para que cumpla con los gastos calculados, además, se hace una revisión de las pendientes y los diámetros de la tubería para que estos cumplan con la revisión hidráulica.

Finalmente, se presentan los planos topográficos, de planeación de la red de alcantarillado y de diseño geométrico de la red de alcantarillado, estos vienen con sus respectivas especificaciones para la construcción del sistema, y son una herramienta primordial para poder entender los cálculos.

Palabras clave: Proyecto, Alcantarillado, Diseño Geométrico, Diseño Hidráulico, Manzana de San Luis, Tubería, Pozos de Visita, Sanitario.

## **ABSTRACT**

Due to the health needs of the population, it was decided to carry out a sanitary sewage project, so that the black water generated is evacuated from the houses, making the site where the town is located more hygienic and healthier. Also, there is a responsibility to the environment, so it is vital that the populations have these sewage systems, preserving the environment.

This thesis shows the process for the design of a sewer network in the town of Manzana de San Luis, municipality of Ocampo, Michoacán. Topics such as the generalities of the locality and its economy, the preliminary studies, in which, a fundamental part is the topography of the site, are also taken into account that a sewage system entails planning, which is integrated by sewers, collectors, interceptors, emitters, final discharge and the location of a treatment plant, another topic is the geometric design of the network, which deals with the type of pipe that there is for these projects, the slopes, speeds and diameters, in the same way, we talk about the hydraulic design of the network, which is a fundamental part of the project and consists of the calculations to which the pipe sections of the network are subjected so that it complies with the calculated expenses, in addition, a review of the slopes and the diameters of the pipe so that they comply with the hydraulic review.

Finally, the topographic, sewerage network planning and geometric design plans of the sewerage network are presented, these come with their respective specifications for the construction of the system, and are an essential tool to understand the calculations.

Keywords: Project, Sewerage, Geometric Design, Hydraulic Design, Manzana de San Luis, Pipeline, Manholes, Sanitary.

# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN



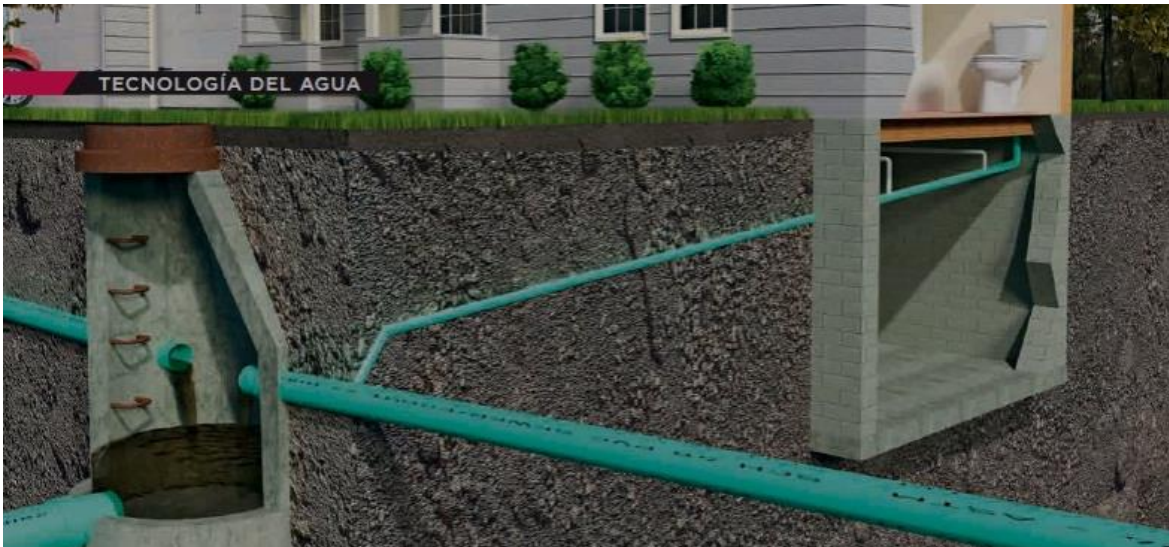
**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

El drenaje es un servicio básico para cualquier localidad, pueblo o ciudad, debido a que con este se previenen enfermedades infecciosas, protegiendo la salud de la población.

Una red de alcantarillado sanitario es un sistema que transporta las aguas residuales de los hogares e industria por medio de tuberías y obras complementarias, conduciéndolas hasta una Planta Tratadora de Aguas Residuales (P.T.A.R.) para su posterior tratamiento, vertiendo esta agua limpia de nuevo en cuerpos de agua o si no hay un cuerpo de agua cercano, se vierte al suelo.

En este tipo de proyectos, es necesario hacer el diseño hidráulico, además, saber profundidades y especificaciones de construcción, debido a lo anterior, los ingenieros civiles son los que se encargan de estas obras, pues son personas que están especializadas en el área.

Se debe procurar construir esta red antes de pavimentar, porque al hacerlo después, el costo suele ser muy elevado para el ayuntamiento por todas las acciones que conlleva.



*Imagen 1.1 Desalojo de Agua Residual de un Domicilio a Red de Alcantarillado.*

*Fuente: pressreader.com "Alcantarillado Sanitario"*

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

En el proyecto, se plasman los conocimientos adquiridos durante la Licenciatura de Ingeniería Civil, ya que se trata de un proyecto del tipo multidisciplinario, siendo las materias más involucradas las de Alcantarillado Sanitario y Pluvial, Topografía, Funcionamiento Hidráulico de Canales, entre otras.

Se acudió a la información oficial en el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), donde se encontramos aspectos básicos de topografía, población, servicios existentes, entre otros. La información resultó ser de gran valía para la elaboración del proyecto.

Además, el proyecto va conforme a 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).

También se presentan planos de la población, los cuales muestran la red de diseño y su correcto funcionamiento hacia la población, apegándonos a las normas más recientes de la CONAGUA, además, se señala la salida de agua residual hacia la P.T.A.R. para su correspondiente saneamiento.

## CAPÍTULO 2. OBJETIVOS

## **2.1 Objetivo General.**

Hacer un proyecto de ingeniería sobre una red de alcantarillado sanitario que cubra las necesidades de la población de manera correcta y adecuada, cumpliendo con los requerimientos y normas que se aplican a este tipo de proyectos.

## **2.2 Objetivos Particulares.**

1. Tomar en cuenta la situación actual de la localidad de San Luis para que así el proyecto considere lo social, económico y cultural de la población.
2. Tener una buena planeación de la red de alcantarillado conforme a la topografía del lugar, garantizando el correcto funcionamiento y desalojo de las aguas residuales de la población.
3. Hacer el proyecto geométrico, teniendo longitudes, pendientes, diámetros de las tuberías, profundidades y cotas de pozos de visita, estos datos son necesarios para llevar a cabo la ingeniería básica de este proyecto.
4. Verificar el cumplimiento de las distintas variables hidráulicas y geométricas, las cuales deben estar acorde a la normativa vigente.
5. Elaborar los planos necesarios, teniendo una correcta interpretación y lectura cuando la ingeniería básica del proyecto se termine.

## CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES

## 3.1 Marco Físico

### 3.1.1 Historia.

Ocampo formó parte de los que hoy es el municipio de Angangueo el cual, durante el siglo XIX, fue una región minera importante. La primera mina del municipio de Angangueo fue la Ortiga, que actualmente pertenece al municipio de Ocampo, se sabe que los primeros en llegar aquí fueron unos españoles que buscando minas se asentaron en "El Asoleadero" en el año de 1530.

La fundación del pueblo fue en el mes de noviembre de 1864, en el terreno conocido como "El Tejocotal". Recibe el nombre de Ocampo en memoria del ilustre filósofo de la Reforma Don Melchor Ocampo diez años después, en 1874.

Es en 1875, cuando se constituye en tenencia y, en 1930, se eleva a la categoría de municipio por el Gobernador del Estado, Lázaro Cárdenas. Durante la Revolución, en el año de 1917, entraron los villistas de Altamirano e incendiaron el pueblo. Actualmente, el municipio y la cabecera municipal, llevan el nombre de Ocampo.

#### Cronología de hechos históricos del municipio.

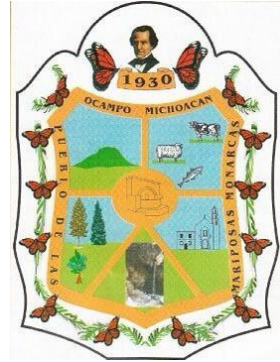
- 1830. Asentamiento de los españoles en "El Asoleadero".
- 1864. En noviembre fundación del pueblo en el terreno conocido como "El Tejocotal".
- 1874. Recibe el nombre de Ocampo en memoria del filósofo de la Reforma, Don Melchor Ocampo.
- 1875. Se constituye en tenencia.
- 1917. Entran los villistas de Altamirano e incendian el pueblo.
- 1930. Se eleva a la categoría de municipio.

### 3.1.2 Generalidades de la Localidad.

#### Nombre de la localidad, municipio y estado.

#### Localización

Ocampo, Michoacán, se localiza al oriente del Estado, en las coordenadas 19°35' de latitud norte y 100°20' de longitud oeste, a una altura de 2,300 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con Aporo y Angangueo, al este con el Estado de México, al sur con Zitácuaro y al oeste con Tuxpan. Su distancia a la capital del Estado es de 156 km.



#### Toponimia.

La fundación del pueblo fue en el mes de noviembre de 1864, en el terreno conocido como "El Tejocotal". En 1874 recibe el nombre de Ocampo en memoria del ilustre filósofo de la Reforma, Don Melchor Ocampo.

#### Política

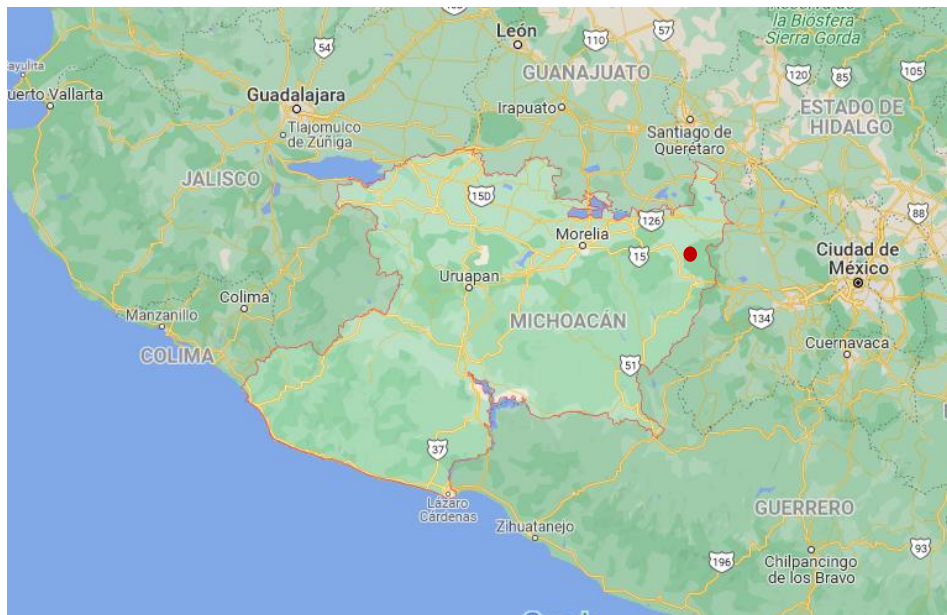
El gobierno del municipio de Ocampo le corresponde a su ayuntamiento, el cual está integrado por el presidente municipal, un síndico y el cabildo conformado por siete regidores, cuatro electos por mayoría relativa y tres por el principio de representación proporcional. Todos son electos mediante voto universal, directo y secreto para un periodo de cuatro años con posibilidad de ser reelectos por un único periodo inmediato.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

### 3.1.3 Localización y Geografía

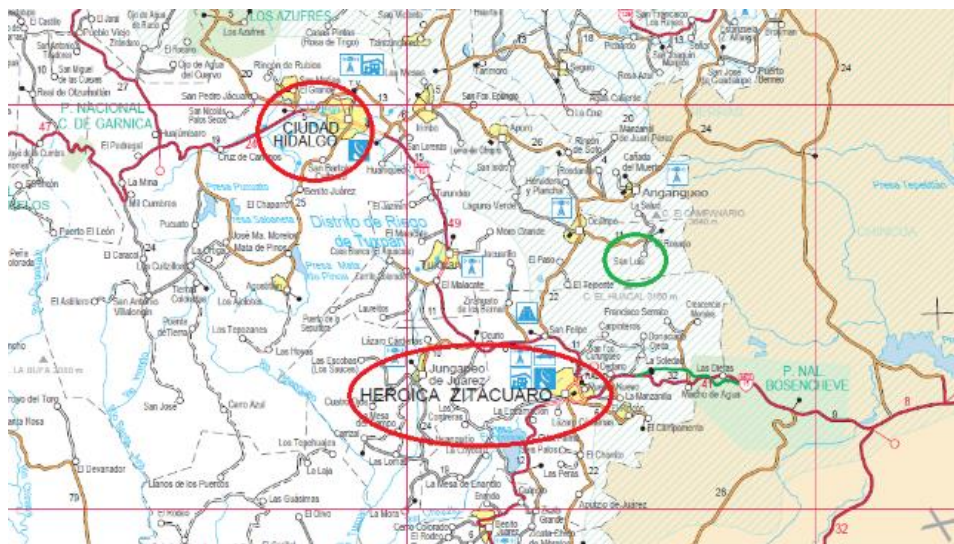
#### Macrolocalización

El municipio de Ocampo se encuentra en el oriente del estado de Michoacán y es cabecera municipal de la localidad que se está analizando, colinda al sur con la ciudad de Zitácuaro a 23 km y al noroeste con Ciudad Hidalgo a 37 km, estas ciudades son de las más importantes en la región oriente del estado de Michoacán.



*Imagen 3.1 Macrolocalización.*

*Fuente: Google Maps.*



*Imagen 3.2 Macrolocalización.*

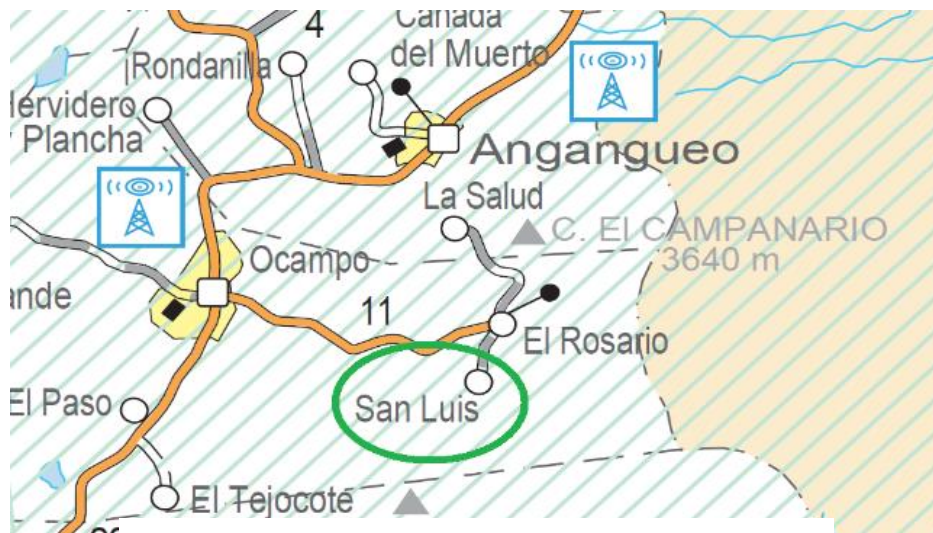
*Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.*



**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

**Microlocalización**

De manera más detallada, la localidad de la Manzana de San Luis, es perteneciente al municipio de Ocampo. Esta localidad se encuentra a 12 km de la cabecera municipal, se ubica en la porción oriente del estado de Michoacán, a una altitud de 2761 msnm, su latitud: 19°33'48.167" N, su longitud: 100°16'41.92" O, la carta topográfica en la que se encuentra la localidad es la E14A26. Colinda al noroeste con la localidad de El Rosario, al sur con el Municipio de Zitácuaro y al este con el Estado de México.



*Imagen 3.3 Microlocalización.*

*Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes.*



*Imagen 3.5 Microlocalización.*

*Fuente: Google Maps.*

### 3.1.4 Vías de Comunicación

El municipio de Ocampo tiene una vía de acceso que es la de San Felipe Alzati – Angangueo, además, hay terracerías que comunican a la cabecera municipal con otras localidades, La Manzana de San Luis solo tiene una vía de acceso, siendo la carretera Ocampo – El Rosario ubicada al Noroeste, así mismo, al colindar con la localidad de El Rosario, este es su único acceso de la población.

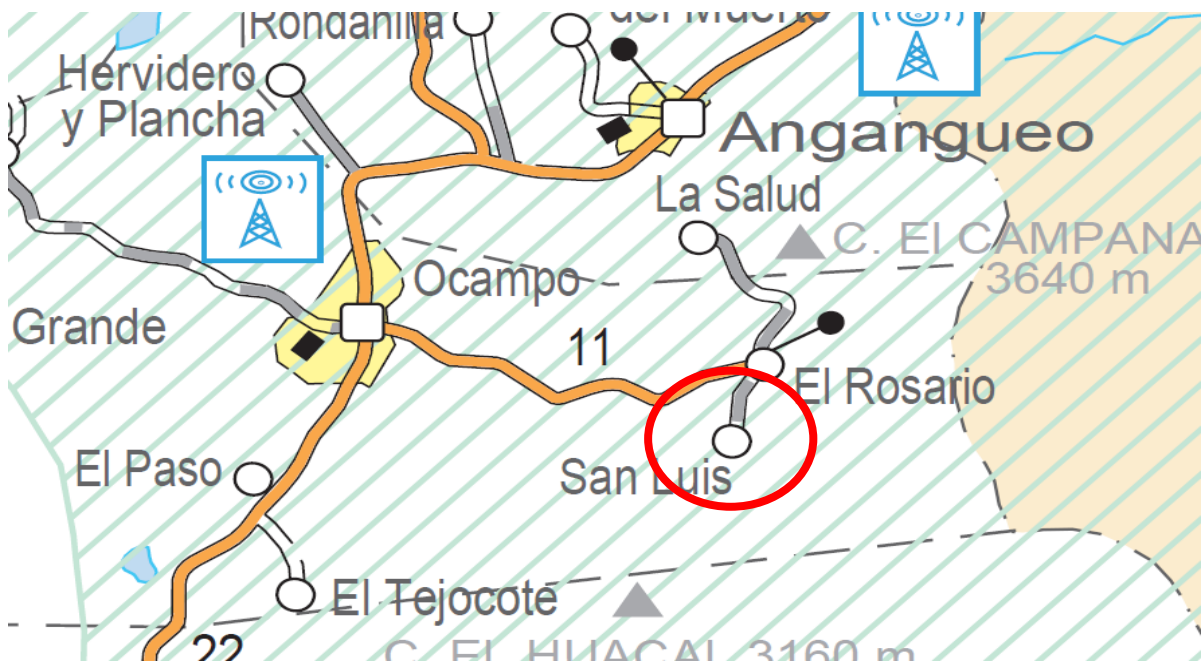
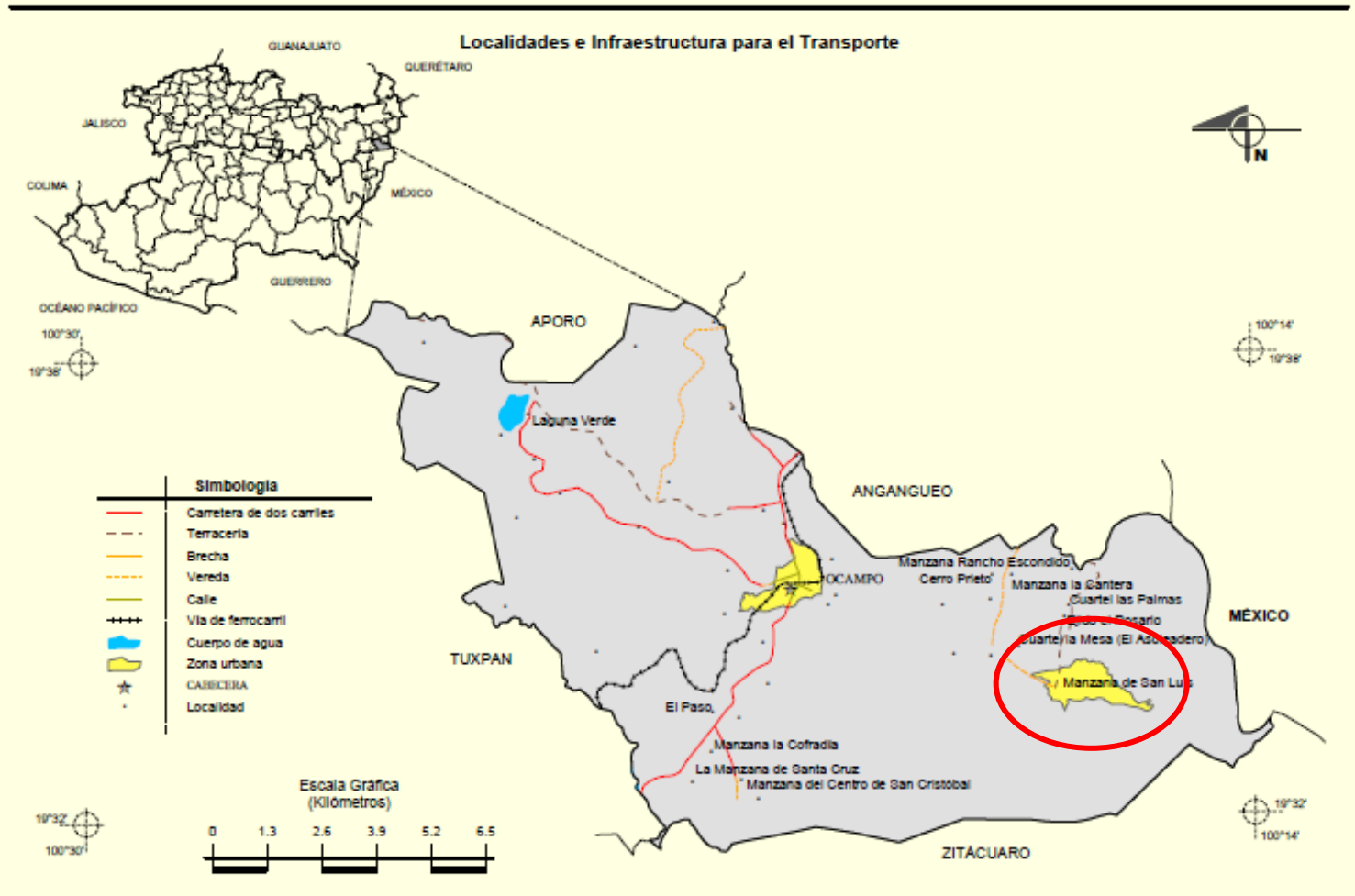


Imagen 3.6 Vías de acceso de la localidad de La Manzana de San Luis.  
Fuente: Secretaría de Comunicaciones y Transportes

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.  
 INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie II.

*Imagen 3.7 Localidades e Infraestructura para el Transporte del Municipio de Ocampo, Mich.*

*Fuente: Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich.*

### 3.1.5 Hidrología e Hidrografía

#### Hidrología

La zona de estudio pertenece a la Región Hidrológica No. 18 Balsas, a la subregión hidrológica Medio Balsas, específicamente hablando de las subcuenca de Donacio Ojeda y Palo Amarillo.

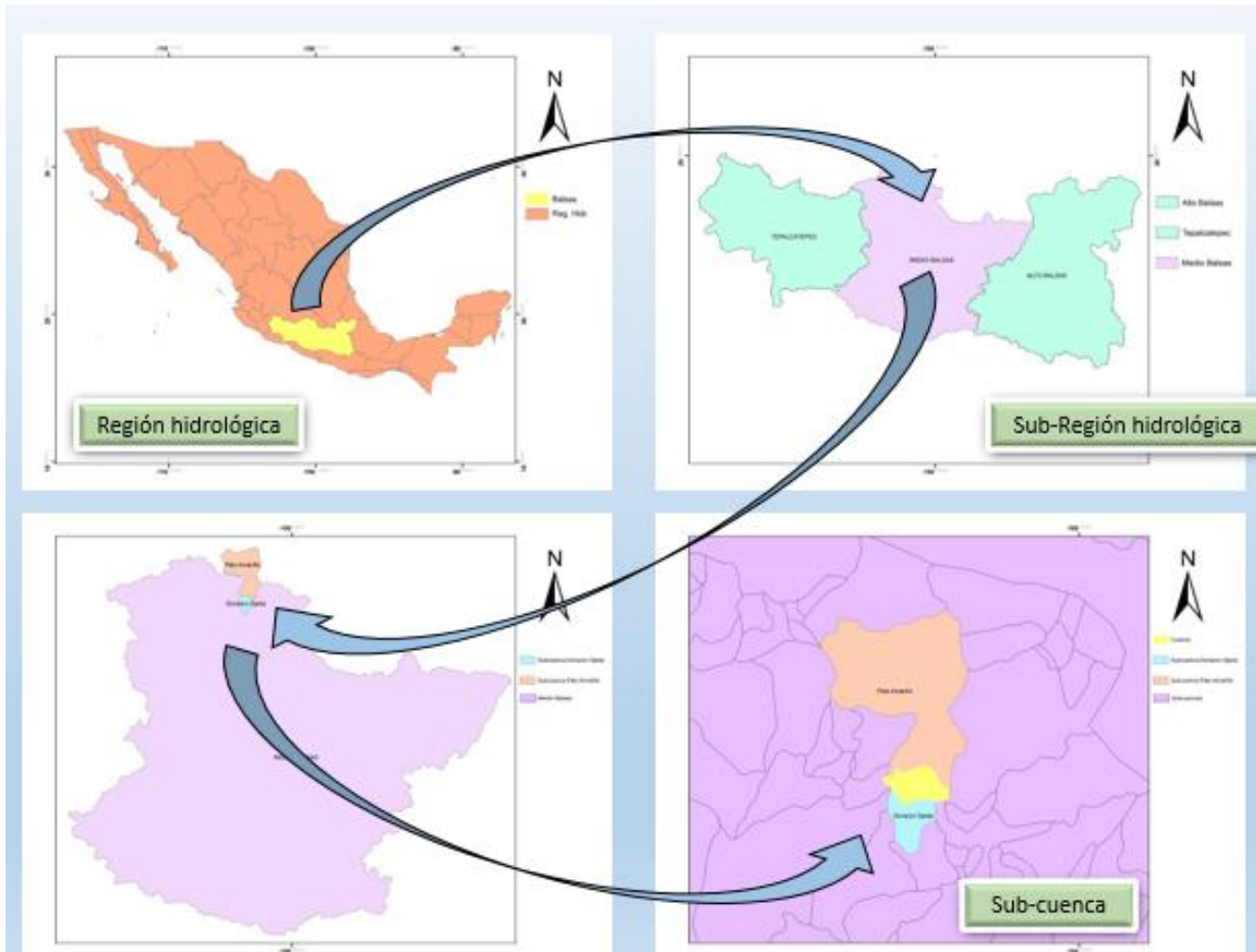


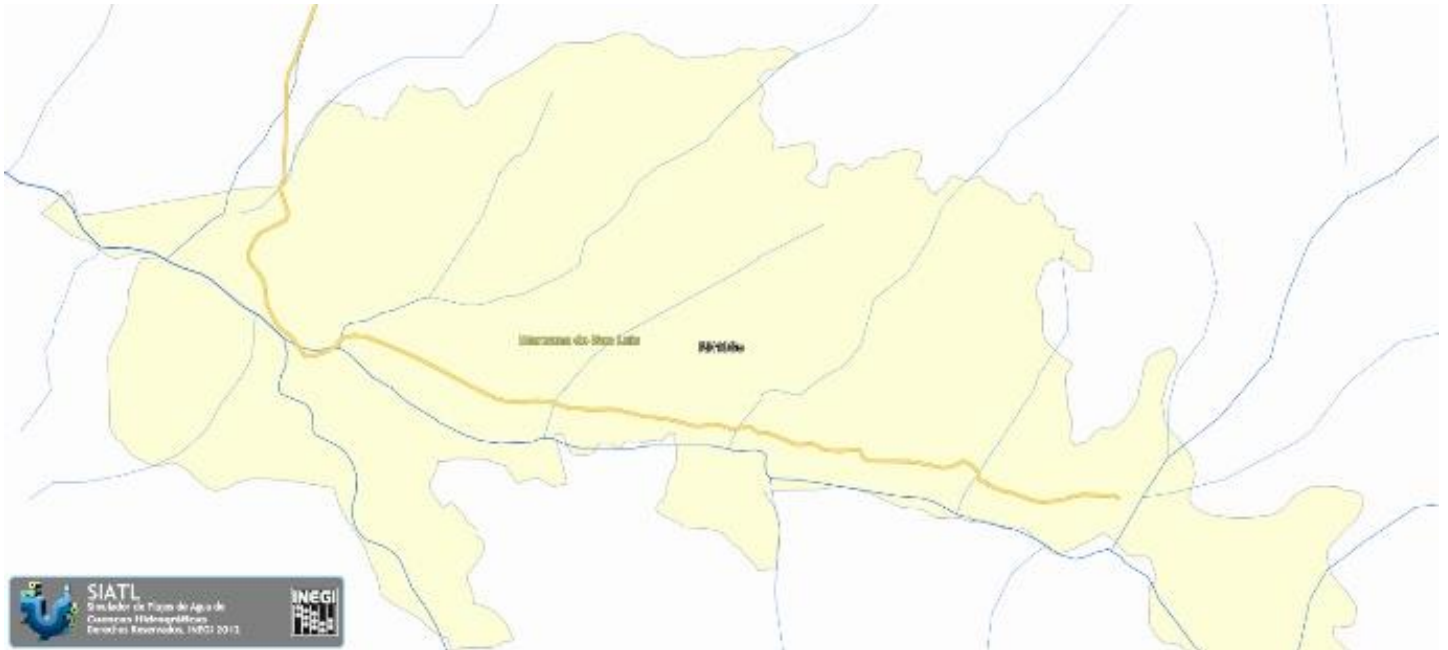
Imagen 3.8 Hidrología de la Zona en Estudio.

Fuente: Software ArcGIS

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

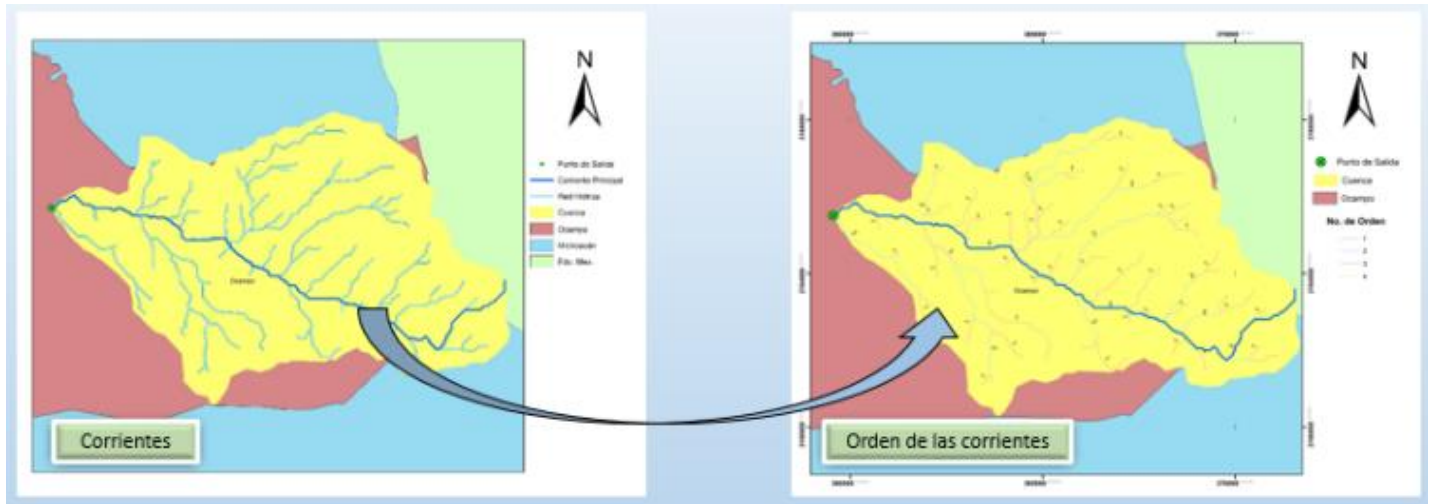
**Hidrografía**

Su hidrografía se constituye por, la presa de Ocampo, el río Puerco y los arroyos el Salto y el Ojo de agua.



*Imagen 3.9 Cuenca y Corrientes de la Zona en Estudio.*

*Fuente: Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) INEGI.*



*Imagen 3.10 Cuenca y Corrientes de la Zona en Estudio.*

*Fuente: Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL) INEGI.*

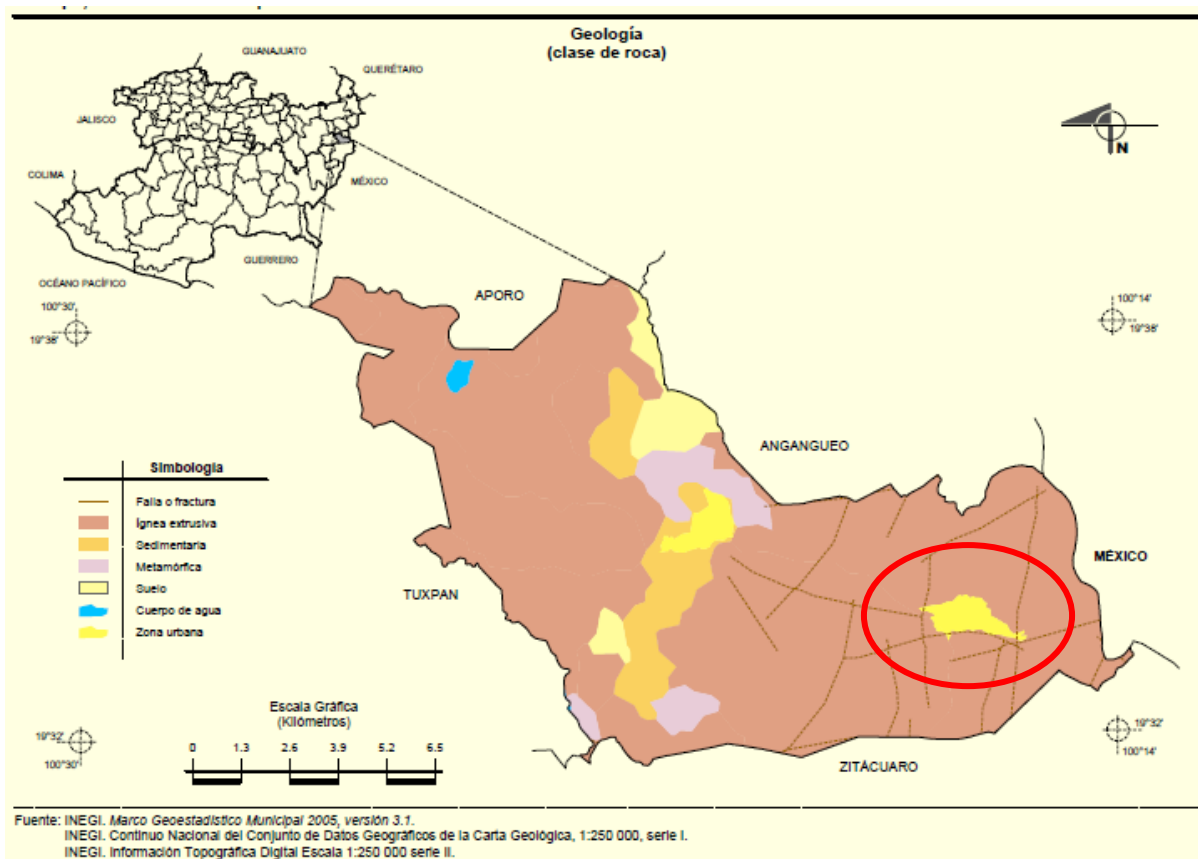
**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

**3.1.6 Geología**

En el área se manifiesta un vulcanismo del periodo neógeno, caracterizado por rocas ígneas extrusivas predominando basaltos, brechas volcánicas y material vulcanoclástico de composición andesítica, dacítica y riolítica. Sobre ellas descansan rocas de tipo aluvial y areniscas-conglomeráticas de edad cuaternaria. También, aflora una secuencia de roca metasedimentaria del periodo mesozoico intercalada con rocas vulcanoclásticas, tobas y basalto del cenozoico en el que subyace roca de tipo conglomerado.

Geología	
Periodo	Neógeno (55.29%), Cuaternario (38.03%) y Jurásico superior-Cretácico inferior (4.20%)
Roca	Ígnea extrusiva: andesita (39.92%), basalto (21.52%), andesita-brecha volcánica intermedia (14.32%), basalto-brecha volcánica básica (5.50%), brecha volcánica básica (1.05%), dacita (0.98%) y brecha volcánica intermedia (0.06%) Sedimentaria: conglomerado (4.73%) y arenisca-conglomerado (1.73%) Metamórfica: metasedimentaria (4.20%) Suelo: aluvial (3.51%)

*Tabla 3.1 Geología del Municipio de Ocampo, Mich.  
Fuente: Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich.*



*Imagen 3.11 Constitución Geológica del Municipio de Ocampo, Mich.  
Fuente: Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich.*

### 3.1.7 Edafología

En su totalidad del municipio, podemos encontrar una constitución del suelo del tipo Andosol, se trata de un tipo de suelo volcánico que se forma sobre las cenizas y vidrios volcánicos, así como partir de otros materiales piroclásticos. Cuando son jóvenes tienen un color oscuro y son altamente porosos. Esta porosidad se debe al tipo de roca del que está formado, además tiene buena estructura y fáciles de trabajar. Tiene una fertilidad considerable, aunque tiene algunas limitaciones a la hora de utilizarlos para la agricultura, aun así, se trata de un suelo bastante utilizado en el ámbito de la agricultura siempre cuando las condiciones del relieve lo permitan.

Su buena estabilidad de los agregados y su alta permeabilidad al agua hacen que estos suelos sean relativamente resistentes a la erosión hídrica. Esta es otra ventaja bastante importante para que sean utilizados en cultivo.

#### Edafología

Suelo dominante	Andosol (97.33%)
-----------------	------------------

Tabla 3.2 Edafología del Municipio de Ocampo, Mich.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich.

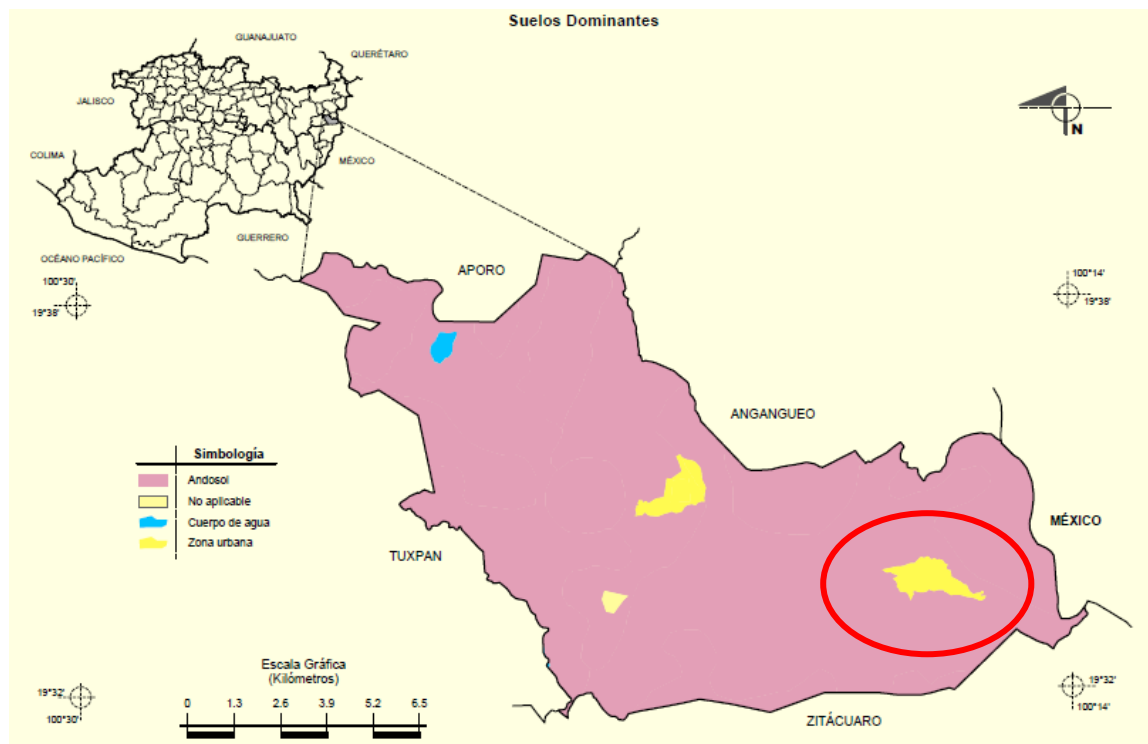


Imagen 3.12 Constitución Edafológica del Municipio de Ocampo, Mich.

Fuente: Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

**3.1.8 Climas, vientos, temperaturas y lluvias.**

El clima que encontramos es templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (44.96%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad (13.63%)

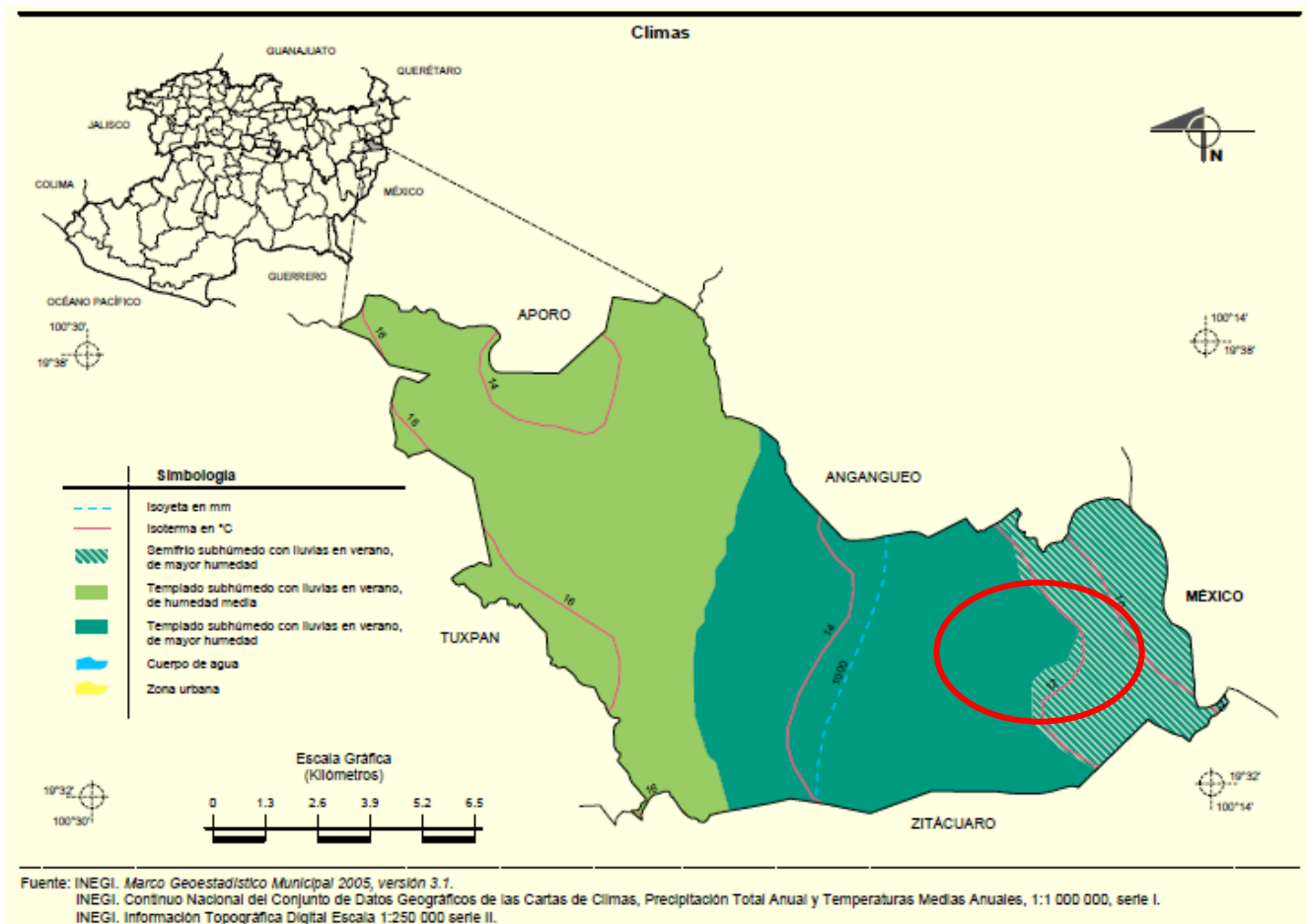
Se analizó la información de estaciones climatológicas, y se estimó una temperatura media anual entre 12° C a 18° C. Los meses más calurosos se presentan en abril y mayo.

La precipitación media anual es de 790 a 1420 mm/año. El periodo de lluvias se presenta en los meses de julio a septiembre con un promedio de 175 mm/mes.

Clima	
Rango de temperatura	8 – 20°C
Rango de precipitación	800 – 1 100 mm
Clima	Templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (44.96%), templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (41.41%) y semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (13.63%)

*Tabla 3.3 Clima del Municipio de Ocampo, Mich.*

*Fuente: Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich.*



*Imagen 3.13 Constitución del Clima del Municipio de Ocampo, Mich.*

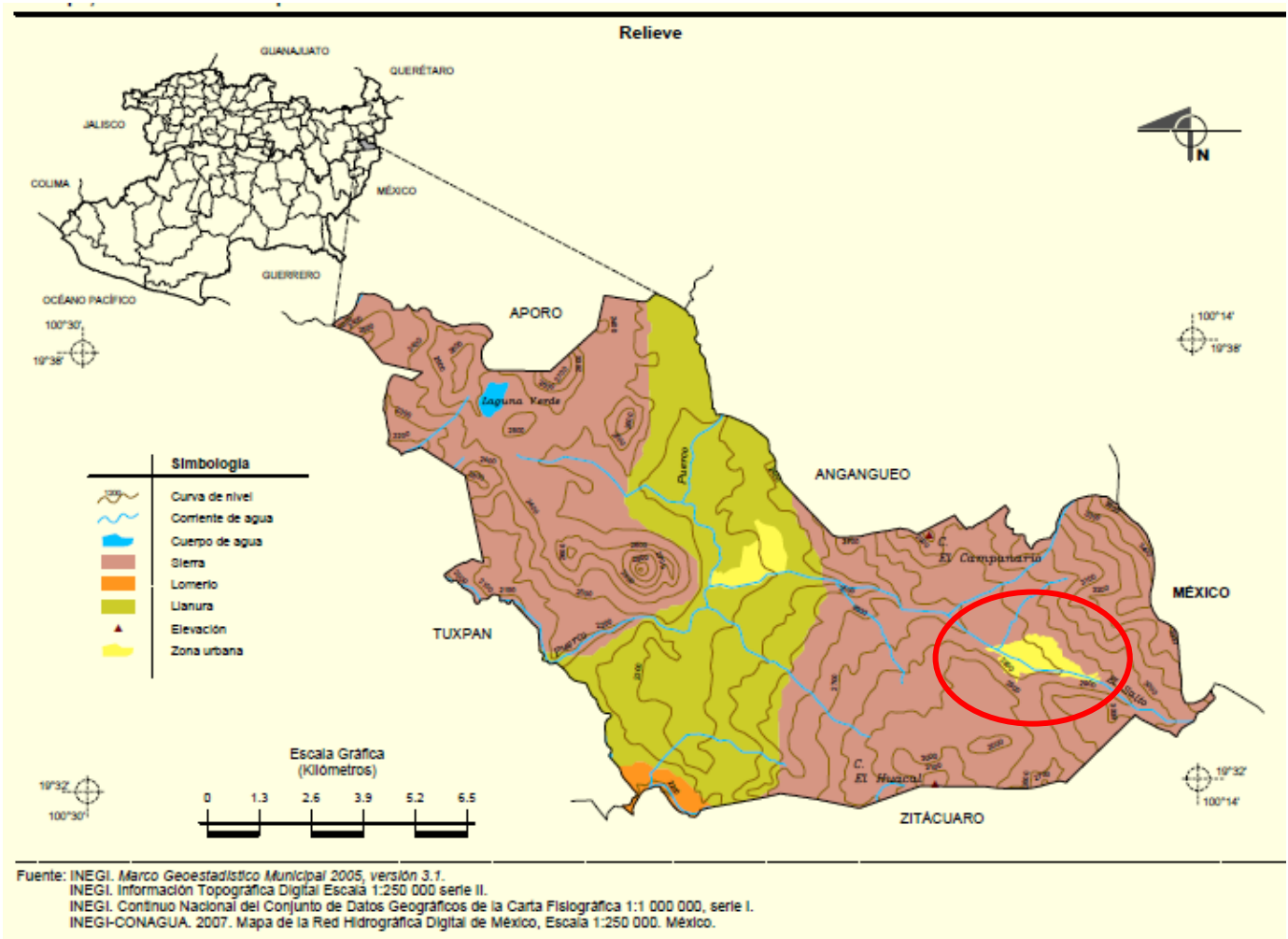
*Fuente: Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich.*



**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

### 3.1.9 Orografía

En la parte Este del estado de Michoacán, el Sistema se conforma por la Sierra Mil Cumbres (Otzumatlán, la zona silvícola más importante del Estado) que es la continuación de la Sierra de Acuitzio. Más al Este se localizan las Sierras de San Andrés, (región conocida también como Los Azufres, cerca de Ciudad Hidalgo), Maravatío, Talpujahuá, Angangueo y Zitácuaro.



*Imagen 3.14 Constitución del Relieve del Municipio de Ocampo, Mich.  
Fuente: Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich.*

### 3.2 Marco Socioeconómico

Se hizo el análisis de la situación económica y social de la zona en estudio, que en este caso es de la Manzana de San Luis, pues de aquí se realizó el proyecto.

El conocer el marco socioeconómico nos ayudó a poder saber en qué situación se encuentra la población, de esta manera se fijaron los objetivos y estrategias a cumplir durante la ejecución del proyecto.

#### 3.2.1 Vivienda.

En la localidad de la Manzana de San Luis, hay un total de 606 viviendas particulares reportadas, de las cuales 546 son viviendas habitadas, de este número, tenemos que 517 son viviendas particulares habitadas y 46 son viviendas particulares no habitadas.

El tipo de vivienda que más hay es del tipo popular, pero también hay algunas de tipo medio y precarias, siendo estas últimas más pocas.

Viviendas Particulares Reportadas de la Localidad	
Tipología	No. De Viviendas
 Particulares	606
 Habitadas	546
 Particulares Habitadas	517
 Particulares no Habitadas	46

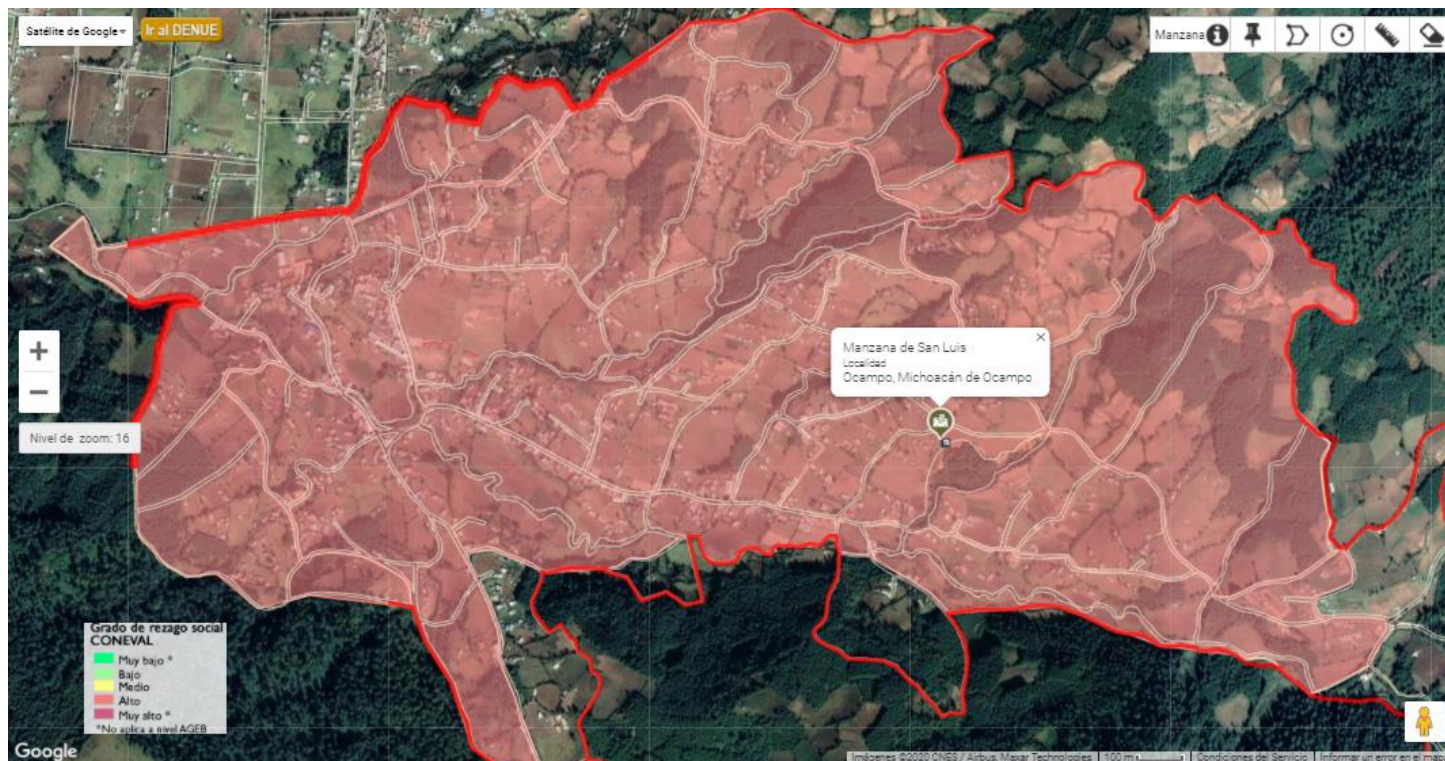
Tabla 3.4 Tipología de Viviendas.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Como podemos notar, en esta localidad rural es muy poca la desocupación que tenemos, ya que tenemos 517 viviendas particulares habitadas representando un 85% frente a 46 que no están habitadas con un porcentaje de 7.6%, esto quiere decir que tenemos un promedio muy bajo de desocupación de vivienda a nivel localidad.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Además, existe un rezago social alto/muy alto, en la zona, pues la localidad cuenta con pocos o nulos servicios de educación, salud, servicios básicos y espacios de vivienda.



*Imagen 3.15 Grado de rezago social conforme a CONEVAL.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).*

### 3.2.2 Servicios.

**Electricidad.** La gran mayoría de las viviendas cuenta con energía eléctrica, contando con un total de 506 viviendas, por lo que a este servicio es al que se le ha dado más importancia en los últimos años.

**Agua entubada.** Aquí se comienza a notar que no todas las viviendas cuentan con este servicio, son 394 viviendas las que cuentan con agua entubada, lo que significa más del 50%.

**Drenaje.** Solo poco más de un tercio de las viviendas cuentan con este servicio, lo que nos da a entender que no hay infraestructura en la localidad para que todas las viviendas tengan drenaje, lo más probable es que el costo de inversión es elevado o no hay interés por las autoridades municipales para el desarrollo.

**Servicio Sanitario.** Una gran parte de las viviendas cuenta con servicio sanitario, esto no quiere decir que tengan drenaje, solo que, en este tipo de localidades rurales, lo más común es tener una letrina como sanitario.

<b>Total de Viviendas con Servicios</b>	
<b>Tipología</b>	<b>No. De Viviendas</b>
 Energía Eléctrica	506
 Agua Entubada	394
 Drenaje	215
 Servicio Sanitario	506

*Tabla 3.5 Tipología de Servicios en las Viviendas.  
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).*

Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.

### 3.2.3 Centros educativos

**Preescolar.** La localidad cuenta con dos escuelas preescolar, una con nombre Frida Kahlo y la otra llamada Manuel Acuña.



*Imagen 3.16 Jardín de Niños "Manuel Acuña"*

*Fuente: Google Maps*



*Imagen 3.17 Jardín de Niños "Frida Kahlo"*

*Fuente: Google Maps*

Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.

Primaria. También cuenta con dos escuelas primarias, una con nombre Niños Héroes y la otra sin nombre.



*Imagen 3.18 Escuela Primaria "Niños Héroes"*  
*Fuente: Google Maps*



*Imagen 3.19 Escuela Primaria*  
*Fuente: Google Maps*

Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.

Secundaria. Se encuentra una escuela Telesecundaria ESTV16 884.



*Imagen 3.20 Escuela Telesecundaria "ESTV16 884"*

*Fuente: Google Maps*

Bachillerato. Cuenta con un Colegio de Bachilleres del Estado de Michoacán (COBAEM), Plantel "El Rosario". Aunque por su nombre pueda confundir, se encuentra dentro de los límites de esta localidad.



*Imagen 3.21 Bachillerato (COBAEM) Plantel "El Rosario"*

*Fuente: Google Maps*

## Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.

### 3.2.4 Actividades Económicas

La principal actividad económica de la población se sigue dando en el sector primario, principalmente es la agricultura, y el principal producto de esta actividad económica es el maíz y por parte de la ganadería se hace la crianza de diferentes tipos de ganado como porcino, bovino y aves, también, una parte importante de su economía es el sector terciario con el comercio y los servicios, ya que existen bastantes tiendas de abarrotes que en su totalidad son 26, tortillerías, panaderías, un minisúper, carnicería y ferretería.



Imagen 3.22 Distribución de Establecimientos Económicos de la Localidad.

Fuente: Inventario Nacional de Viviendas 2016



**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

En cuestión de turismo, se encuentra hacia el norte a unos 2 km de la Manzana de San Luis la localidad de El Rosario, el cual cuenta con el Santuario de la Mariposa Monarca, que tiene una gran actividad económica en los meses de noviembre a marzo, por lo que la localidad en estudio aprovecha un poco el turismo al ir a vender sus artesanías como manteles, ropa, sombreros, entre otros, o bien, se podría hacer un proyecto para poder atraer turismo hacia esta localidad.



*Imagen 3.23 Comercio en el Santuario de la Mariposa Monarca.*

*Fuente: Google Maps*



*Imagen 3.24 Mariposa Monarca.*

*Fuente: nationalgeographic.es*

Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.

### 3.2.5 Recreación

La localidad cuenta con una parroquia, en la siguiente imagen se puede observar de la Manzana de San Luis:



*Imagen 3.25 Parroquia de la Manzana de San Luis.  
Fuente: Google Maps.*

### 3.2.6 Necesidades de la localidad

Las necesidades primordiales de la población son las relacionadas con el drenaje y la pavimentación, ahora, refiriéndose a el equipamiento urbano, existe varias necesidades, como son:

- **Salud.** La localidad de la Manzana de San Luis no cuenta con un centro de salud, por lo que su población tiene que trasladarse a la cabecera municipal para poder obtener medicamento o ser tratados de alguna enfermedad, pero si hay alguna urgencia, se tienen que trasladar hasta la ciudad de Zitácuaro, Mich, teniendo un trayecto de al menos 1hr, por lo que es de gran importancia contar con un centro de salud para los primeros cuidados médicos.
- **Asistencia Social.** De igual manera, no se cuenta con un módulo para el Desarrollo Integral para la Familia (DIF), estos módulos proveen a los habitantes de servicios de consultas médicas, entrega de medicamentos, estudios clínicos y entrega de despensas, además, cuentan con un centro de rehabilitación, así que tienen que desplazarse a Ocampo. Sería muy conveniente tener un módulo pues la localidad de El Rosario tampoco cuenta con uno y son poblaciones de un gran número de habitantes.
- **Deporte.** Existe la necesidad de tener canchas de futbol, basquetbol y voleibol o hacer una unidad deportiva, donde la población pueda hacer deporte, esto beneficia a la localidad reduciendo el riesgo de desarrollar enfermedades. También, desempeña un papel importante como promotor de la integración social y el desarrollo económico en diferentes contextos geográficos, culturales y políticos. Es una herramienta poderosa para fortalecer los lazos y relaciones sociales, y para promover los ideales de paz, fraternidad, solidaridad, tolerancia y justicia.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

- **Recreación.** Parques de recreación donde las familias puedan convivir, hacer actividades al aire libre, con áreas de juegos infantiles, teniendo beneficios socio-culturales como la satisfacción de la comunidad, lazos familiares y reducción de crímenes.

Hay algunas otras necesidades que hay en la población son:

- Falta de mantenimiento en equipamiento de educación urbano y rural.
- Fuentes de empleo insuficientes y bajo salario.
- No hay suficiente equipamiento cultural, por lo que sería bueno la construcción de un módulo cultural.
- Creación de programas para aumentar la producción agrícola y ganadera.
- Servicio de recolección no adecuado.
- Apoyo a las familias de bajos recursos.

### 3.3 Aspectos demográficos

Con los datos proporcionados por el INEGI, podemos conocer como se ha comportado la población a lo largo de los años, podemos saber su dimensión, estructura, evolución y los caracteres generales de la localidad en estudio.

<b>Localidad:</b>	Manzana de San Luis
<b>Clave Geoestadística:</b>	160610022
<b>Área Geoestadística Estatal:</b>	Michoacán de Ocampo
<b>Área Geoestadística Municipal:</b>	Ocampo
<b>Latitud:</b>	19°33'48.167"N
<b>Longitud:</b>	100°16'41.920"W
<b>Altitud:</b>	2761
<b>Carta topográfica:</b>	E14A26
<b>Tipo:</b>	Rural

Tabla 3.6 Datos Generales de la Localidad.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

En la siguiente imagen, se puede apreciar la ubicación dentro del municipio de la Manaza de San Luis, tomando como referencia la cabecera municipal.

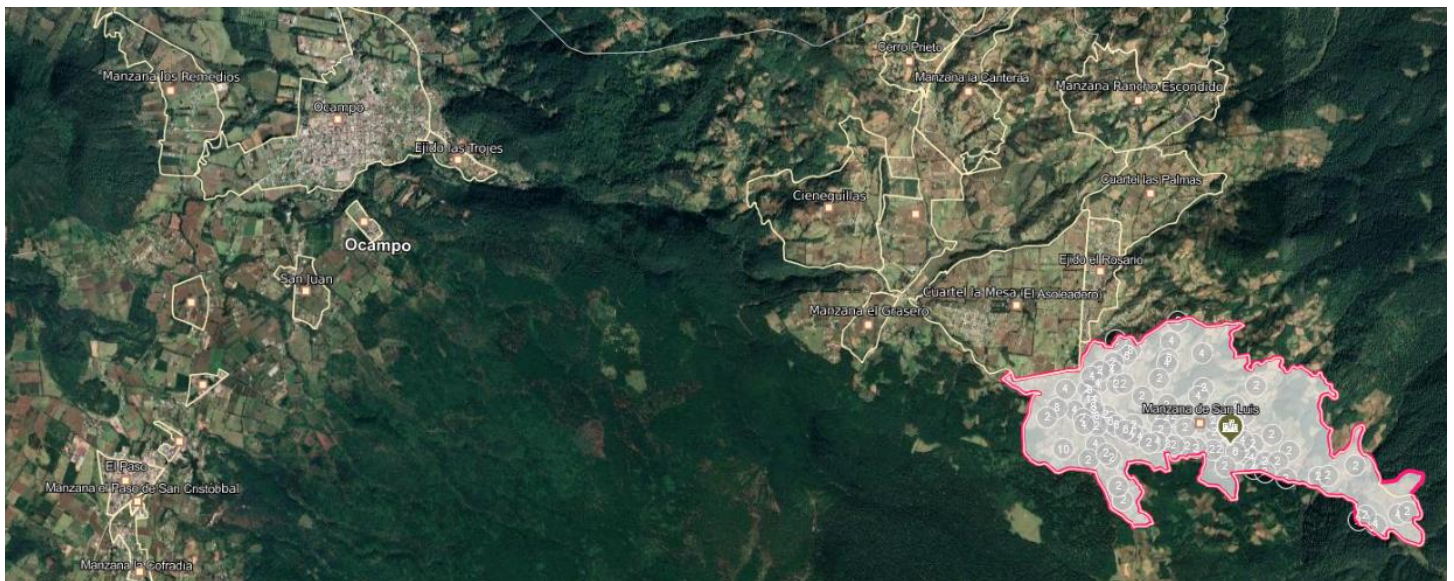


Imagen 3.26 Ubicación de la Manzana de San Luis dentro del Municipio.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

### 3.3.1 Categoría Política

En 1970, en los inicios de la localidad, esta era catalogada como un ejido, después en 1980, cambia de categoría política y pasa a ser ranchería, pero a partir del censo de 1990 hasta 2010, tiene una categoría política indefinida, pero bien podría considerarse como una población del tipo rural.

Nombre de localidad	Área Geoestadística Municipal	Categoría política	Categoría administrativa	Origen de modificación
San Luis	Ocampo	Ejido		Censo de 1970.
San Luis	Ocampo	Ranchería		Censo de 1980. Cambio de categoría política.
San Luis	Ocampo	Indefinida		Censo de 1990.
Manzana de San Luis	Ocampo	Indefinida		Conteo de 1995. Cambio de nombre de localidad.
Manzana de San Luis	Ocampo	Indefinida		Censo de 2000.
Manzana de San Luis	Ocampo	Indefinida		Conteo de 2005.
Manzana de San Luis	Ocampo	Indefinida		Censo de 2010.

*Tabla 3.7 Categoría Política de la Localidad.*

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).*

### 3.3.2 Datos Estadísticos de la Población y Población Actual Estimada

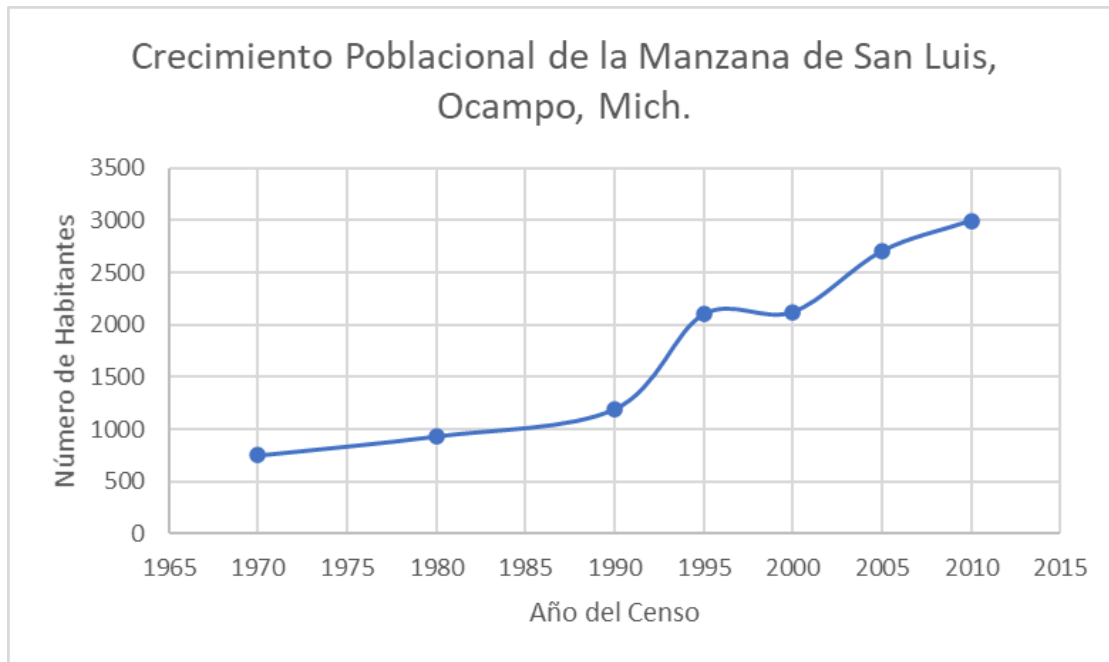
La población va en crecimiento conforme a los datos de INEGI. Se calcula la población actual estimada para el año 2020 y una proyección de población para 2040, la Norma Técnica NT-011-CNA-2001 "Métodos de Proyección de Población" explica los procedimientos a seguir para ese fin, obteniendo como resultado que la población actual estimada es de 3,675 habitantes y la población de proyecto para el año 2040 es de 5,531 habitantes.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Evento censal	Fuente	Total de habitantes	Hombres	Mujeres
1970	Censo	756	-	-
1980	Censo	938	482	456
1990	Censo	1198	600	598
1995	Conteo	2103	1064	1039
2000	Censo	2125	1069	1056
2005	Conteo	2705	1357	1348
2010	Censo	2996	1497	1499

*Tabla 3.8 Datos Censales de la Localidad.*

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).*



*Gráfico 3.1 Población de la Localidad.*

*Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).*

## **CAPÍTULO 4. ESTUDIOS PRELIMINARES**



## 4.1 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.

Esta se encarga de medir extensiones de tierra tomando los datos para su representación gráfica en un plano a escala, sus formas y accidentes. Es una ciencia geométrica aplicada a la descripción de la realidad física inmóvil circundante. Se plasma en un plano topográfico la realidad vista en campo, en el ámbito rural o natural.

Para la realización de un levantamiento topográfico de una red de alcantarillado es necesario definir las diferentes fases del proceso y, sobre todo, hay que tener en cuenta una serie de factores para que la red de alcantarillado se realice correctamente. 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.



Imagen. Polígono y Curvas de Nivel.

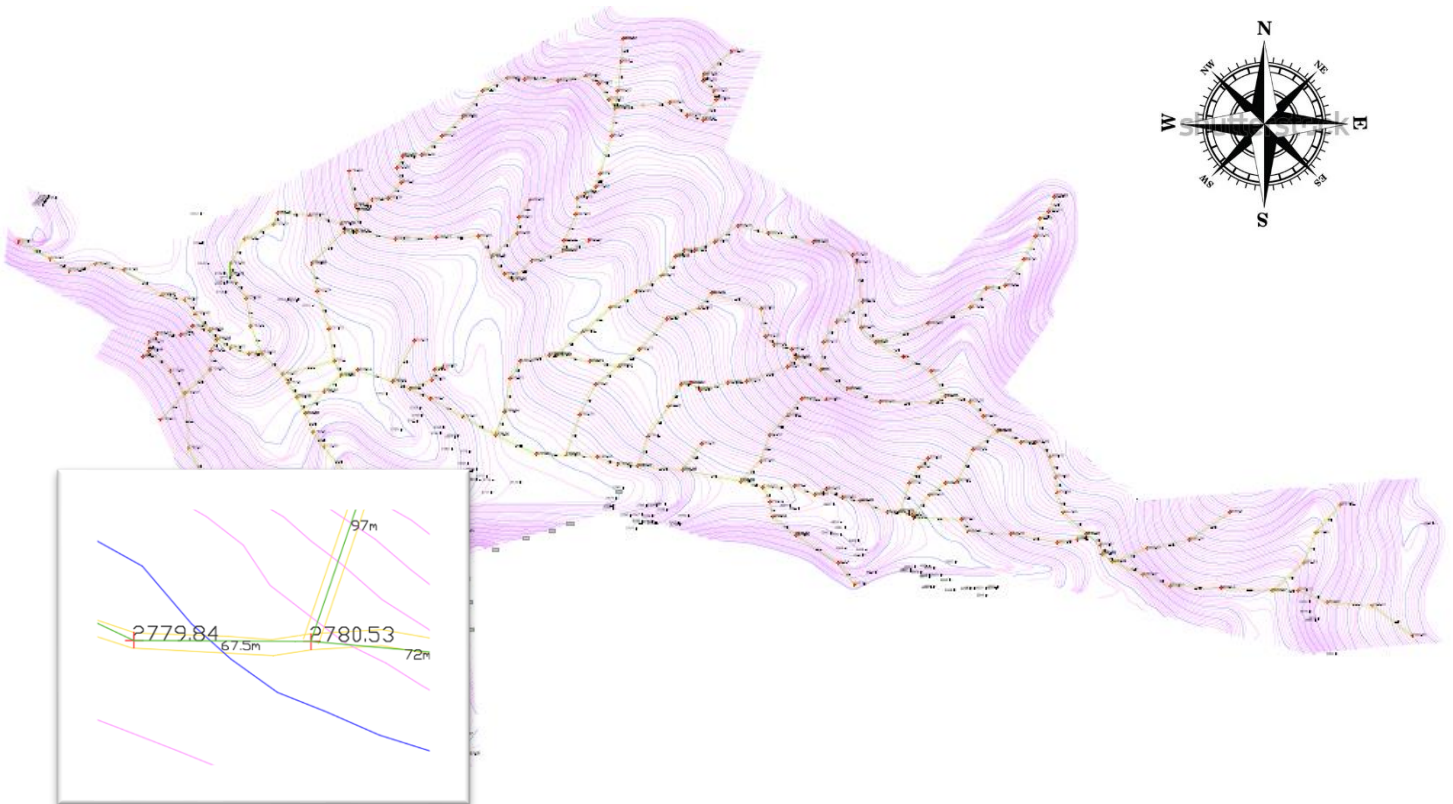
Fuente: dreamstime.com

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

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

En la siguiente figura, podemos ver cómo está constituida la topografía de la localidad de la Manzana de San Luis, se puede notar que esta va desde los 2730 msnm hasta los 2925 msnm, por lo que tenemos un desnivel bastante pronunciado de 195 m.

Las cotas de nivel rosas están a cada metro de separación, mientras que las cotas de nivel en color azul están a cada 5 m de separación, también, se muestra la población en color amarillo.



*Imagen 4.1 Topografía en la Manzana de San Luis, Ocampo, Mich.*

*Fuente: Elaboración Propia*

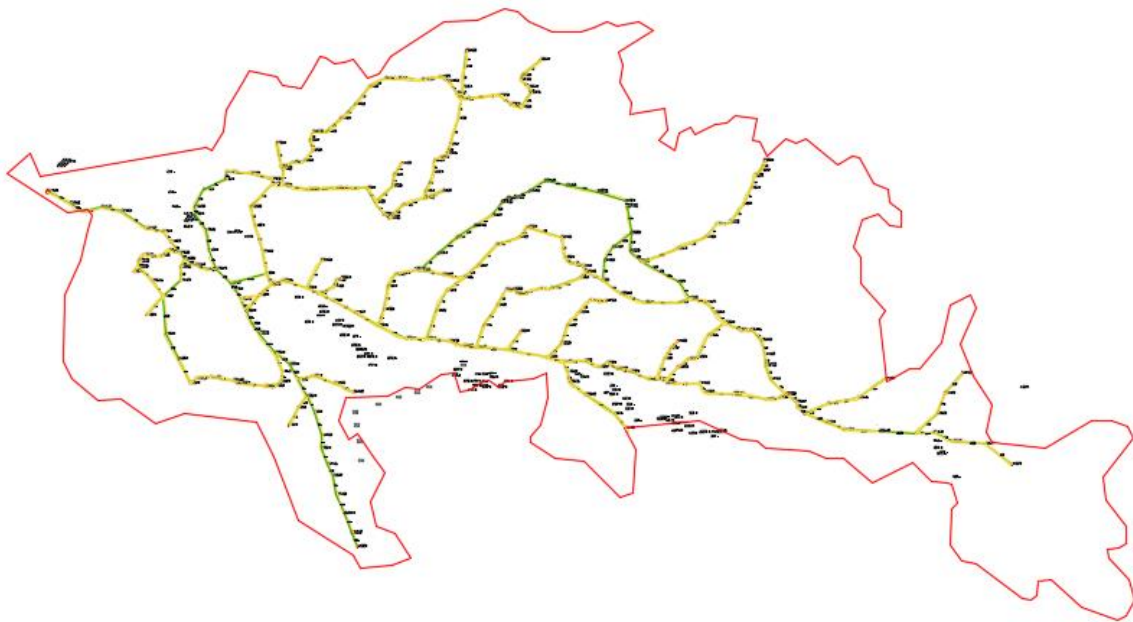
## 4.2 Traza Urbana y Límite de Crecimiento.

La traza urbana es uno de los elementos fundamental en el urbanismo, ya que toma en cuenta las vías y redes de circulación de la población. Por medio de esta es posible notar los procesos de crecimiento de las localidades, ordenamiento territorial, trazado de calles, desarrollo de la demografía y diferencias en cuanto a la planificación. De esta manera se puede disponer de la forma de las manzanas, además, como se puede relacionar las plazas, glorietas, retornos, entre otros.

La traza urbana depende de las condiciones del suelo, relieve y clima. Estos componentes son fundamentales para la edificación de las estructuras y las vías de circulación diseñadas por el hombre.

Por otra parte, el límite de crecimiento es un polígono que nos indica los límites geográficos de una localidad respecto de otra; esto sirvió para la proposición de la P.T.A.R.

En la siguiente imagen se muestra la traza urbana y el límite de crecimiento de la localidad de la Manzana de San Luis.



*Imagen 4.2 Traza Urbana y Limite de Crecimiento de la Manzana de San Luis, Ocampo, Mich.*

*Fuente: Elaboración Propia*

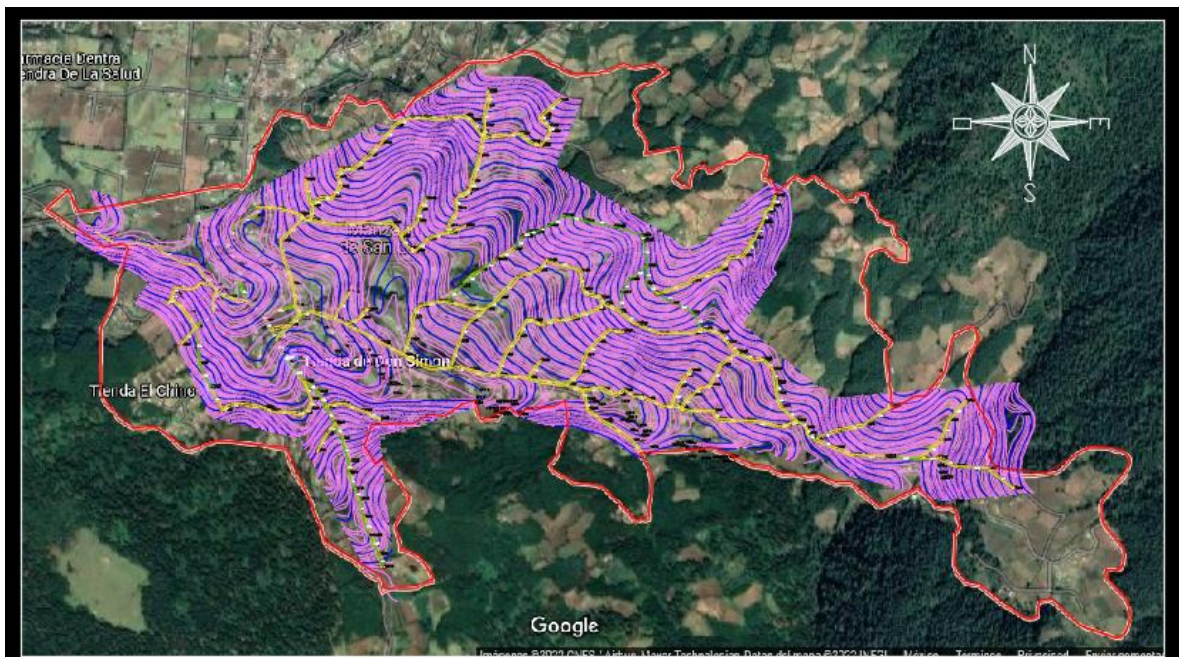
## Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.

Es de mencionar que, para un proyecto ejecutivo, se tiene que hacer un levantamiento topográfico de carácter formal, para así definir el límite de crecimiento y la traza urbana.

### 4.3 Superposición de la Información Preliminar

En la imagen se puede notar la topografía (curvas de nivel), la traza urbana, el límite de crecimiento, además de la imagen satelital de la población en cuestión.

Con esta información se inicia con la planeación del sistema y que también es importante para el proyecto geométrico.



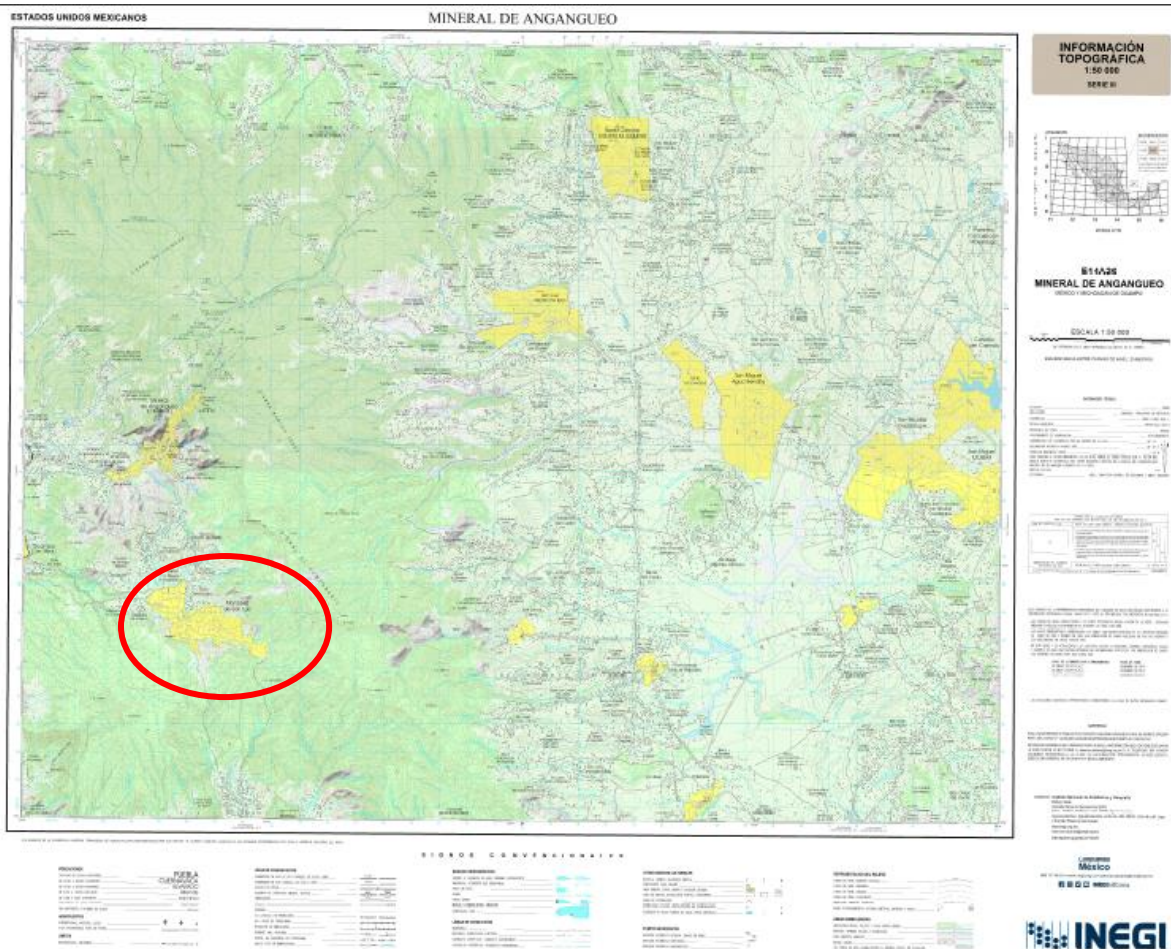
*Imagen 4.3 Topografía, Traza Urbana, Limite de Crecimiento e imagen satelital de la Manzana de San Luis  
Fuente: Elaboración Propia*

Para poder hacer esta superposición, primero se debe entrar a la página de INEGI e ingresar en el apartado de topografía y relieve continental, se descarga la carta topográfica E14A26 con escala 1:50 000, se descargan archivos TIFF (topografía que se muestra en la imagen 4.4) y SHP (representan puntos, líneas y polígonos como se expone en la imagen 4.5). Para este proyecto, se utilizó el software Global Mapper, se ejecuta este programa y lo primero que se abre el archivo TIFF, lo que se debe de hacer es verificar la proyección con las

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

coordenadas geográficas y UTM, estas últimas dan la proyección planar en coordenadas a cada 1000 metros; el archivo SHP contiene lo que son calles, caminos, carreteras, cuerpos de agua, edificaciones, localidades, entre otros.

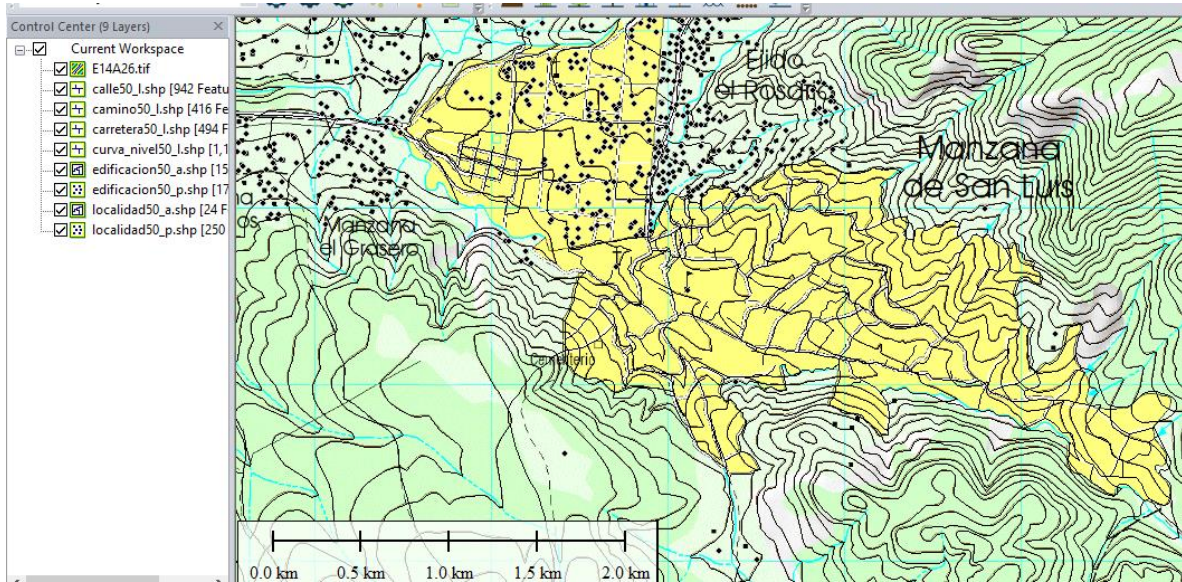
Una vez que se cuenta esta información, se conectó con los datos en línea y se trabaja con el modelo digital de elevación, lo que interesa de este es que se generan los contornos que a final de cuentas son las curvas de nivel, aquí se elige el intervalo de cada contorno y también se dibuja un polígono de donde se van a generar las curvas de nivel, para nuestro caso se tomó a cada 5 m. Una vez hecho esto, se exporta este archivo a AutoCAD en la versión más conveniente y es con el que se generan los planos correspondientes.



*Imagen 4.4 Información Topográfica del Archivo TIFF.*

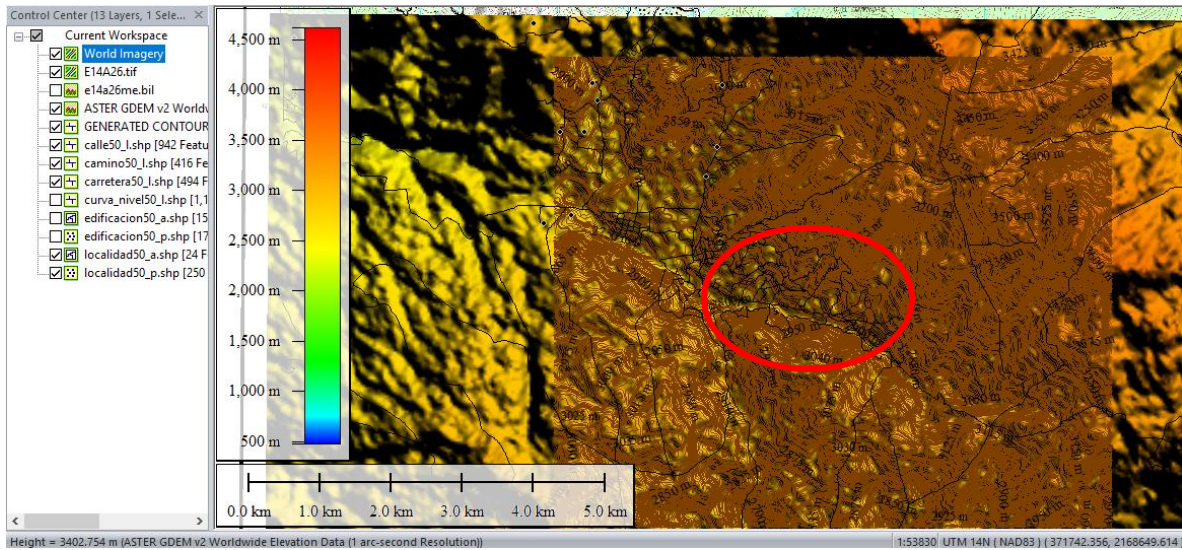
*Fuente: Global Mapper*

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**



*Imagen 4.5 Información del Archivo SHP.*

*Fuente: Global Mapper*



*Imagen 4.6 Generación de Curvas de Nivel.*

*Fuente: Global Mapper*

# CAPÍTULO 5. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

En este capítulo se abordan temas con los cuales se determinan los componentes de una red de alcantarillado, como dimensiones, detalles de construcción, entre otros, garantizando así la correcta funcionalidad del sistema.

Con el diseño de esta red de alcantarillado, se da una solución a la problemática de la localidad. Este diseño es necesario para poder ejecutar la obra, ya que así se conocen los parámetros que se deben de respetar a la hora de la construcción del sistema, teniendo el menor número de imprevistos durante su ejecución.



*Imagen 5.1 Construcción de Sistema de Red de Alcantarillado*

*Fuente: civilexcel.com*



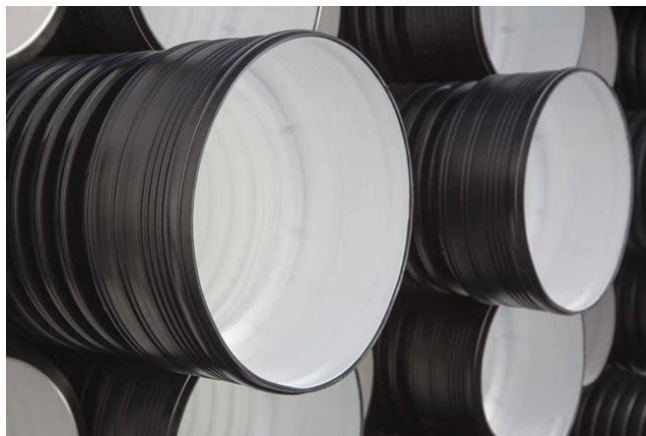
## 5.1 Tipo de Tuberías

Una red de alcantarillado está compuesta por conexiones y tubos unidos que hacen un sistema de unión hermético, permitiendo de esta manera la conducción de las aguas residuales hasta su disposición final.

Al seleccionar el tipo de material que tendrá la tubería, debemos saber diversas características, como son: características del suelo, resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, facilidad de mantenimiento y reparación, flexibilidad en su diseño, economía, facilidad de manejo, colocación e instalación, entre otros.

Hay diversos tipos de materiales con los que se fabrican las tuberías de alcantarillado, su selección depende de lo antes ya mencionado. Los materiales son:

- Acero.
- Concreto simple (SC) y concreto reforzado (CR).
- Concreto reforzado con revestimiento interior (CRRRI).
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).
- Poli (cloruro de vinilo) (PVC) (pared sólida y estructurada).
- Fibrocemento (FC).
- Polietileno de alta densidad (PEAD). (pared solida corrugada y estructurada).



*Imagen 5.2 Tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD).*

*Fuente: quiminet.com*

## 5.2 Velocidades Asociadas al Diseño Geométrico

**Velocidad mínima.** Se debe considerar para que la tubería no presente depósitos sólidos, para que no provoquen azolves y taponamientos en la red. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, ya considerando el gasto mínimo y tirante correspondiente.

**Velocidad máxima.** Esta será de 3 y 5 m/s, y en casos especiales de hasta 8 m/s (solo en tramos cortos), con estas velocidades se trata de evitar la erosión en la tubería. Esta velocidad máxima depende del tipo de material con el que se va a trabajar y en su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario. En la siguiente tabla se muestran las velocidades permitidas según el material elegido:

Material	Velocidad (m/s)	
	Máxima	Mínima
Acero (Sin revestimiento, revestido y galvanizado)	3	0.3
Concreto reforzado	5	
Concreto simple		
Fibro cemento		
Polietileno de alta densidad (PEAD)		
Poli (cloruro de vinilo) (PVC)		
Poliester reforzado con fibra de vidrio (PRFV)	3	

Tabla 5.1 Velocidad Máxima y Mínima Según el Tipo de Material.

Fuente: M.A.P.A.S.

## 5.3 Pendientes

De manera muy similar, el objetivo de las pendientes es evitar el azolve y la erosión de las tuberías.

La pendiente debe seguir hasta donde sea posible el perfil del terreno para tener excavaciones mínimas, pero sin dejar a un lado las restricciones de los tirantes mínimos y las velocidades.

Hay casos en el que se presentan pendientes pronunciadas y no se puede seguir la pendiente del terreno, por lo que es necesario hacer un escalonamiento en la

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

línea de drenaje, utilizando el tipo de tubería adecuado para que no las afecte la caída libre.

Cuando la pendiente del terreno sea muy prolongada, es conveniente considerar en la red, tuberías que permitan velocidades altas, además, es idóneo hacer un estudio técnico – económico, de tal forma que solo se utilice este tipo de tubería en casos especiales y en tramos cortos, con velocidades de hasta 8 m/s.

En la siguiente tabla se muestra parte del cálculo generado para saber las profundidades de los pozos y las pendientes de cada uno de los tramos, estos son obtenidos por medio de datos como son la cota de terreno y plantilla, desnivel y longitud.

Los datos obtenidos son necesarios para la elaboración del sistema de alcantarillado la Manzana de San Luis.

Pozo No.	Profundidad	C. terreno	C. Plantilla	Pozo No.	Profundidad	C. terreno	C. Plantilla	Desnivel (m)	Long (m)	Pendiente	H	Ajuste	Prof
31	1.2	2830.68	2829.48	30	1.5	2827.4	2825.9	3.58	31	116	3.60	2825.88	1.52
30	1.52	2827.4	2825.88	29	1.5	2822.6	2821.1	4.78	40.5	119	4.82	2821.06	1.54
29	1.54	2822.6	2821.06	28	1.5	2817.29	2815.79	5.27	69.5	76	5.28	2815.78	1.51
28	1.51	2817.29	2815.78										

*Tabla 5.2 Ejemplo del Análisis de Ajuste de Pendiente en un Tramo para la Obtención de Pendientes y Profundidades.*

*Fuente: Elaboración Propia*

## 5.4 Diámetros

**Diámetro mínimo.** A través de los años y con la experiencia en la operación y mantenimiento, se ha demostrado que para evitar taponamientos el diámetro mínimo en las tuberías debe de ser de 8 in (20 cm) y para casos especiales los cuales deben estar justificados, se podrá destinar un diámetro mínimo de 6 in (15 cm).

**Diámetro máximo.** En este diámetro influyen varios factores como son: la topografía y la mecánica de suelos de la localidad, el gasto máximo extraordinario de diseño, el tipo de material de la tubería a emplear y los diámetros comerciales disponibles en el mercado. También, el diámetro depende de las velocidades permisibles cuando se aprovecha al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre.

## 5.5 Pozos de Visita

Los pozos de visita son estructuras que se utilizan en sistemas de drenaje para interconectar las líneas de tubería y permitir su ventilación, inspección y mantenimiento. También se utiliza en las siguientes situaciones:

- Al inicio de una red de atarjeas (se conoce como cabeza de atarjeas).
- Cuando es necesario incrementar el diámetro de la tubería.
- Si los niveles de arrastre de las tuberías concurrentes son distintos.
- Cuando las tuberías asisten al mismo pozo y se fabricaron con distintos materiales.
- Al hacer algún cambio de dirección.

Los pozos de pueden ser prefabricados o contruidos en el sitio de la obra, estos últimos se clasifican en:

**Pozos de visita común.** Están formados por una chimenea de forma cilíndrica en la parte inferior y en la parte superior de una forma troncocónica, son utilizados hasta 800 mm.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Estos deben asentarse sobre una plantilla de material base compactada a un 95% con un espesor mínimo de 10 cm. En terrenos suaves, la plantilla se hace de concreto armado.

El acceso a la superficie se protege con un brocal con tapa hecho de fierro fundido, concreto, polietileno o algún otro material dependiendo de la carga exterior de la vialidad. Las tapas deben tener sus respiradores, para así permitir la ventilación del pozo para la salida de gases que se generan en la red de alcantarillado.

En función del tamaño del pozo de visita, pueden colocarse escalones de material que no sea corrosible como lo es el acero o fierro fundido plastificados y empotrados en las paredes del pozo, que permitan el fácil acceso y seguridad del personal encargado de dar mantenimiento a la red.

En la siguiente figura se muestra como está constituido un pozo de visita común

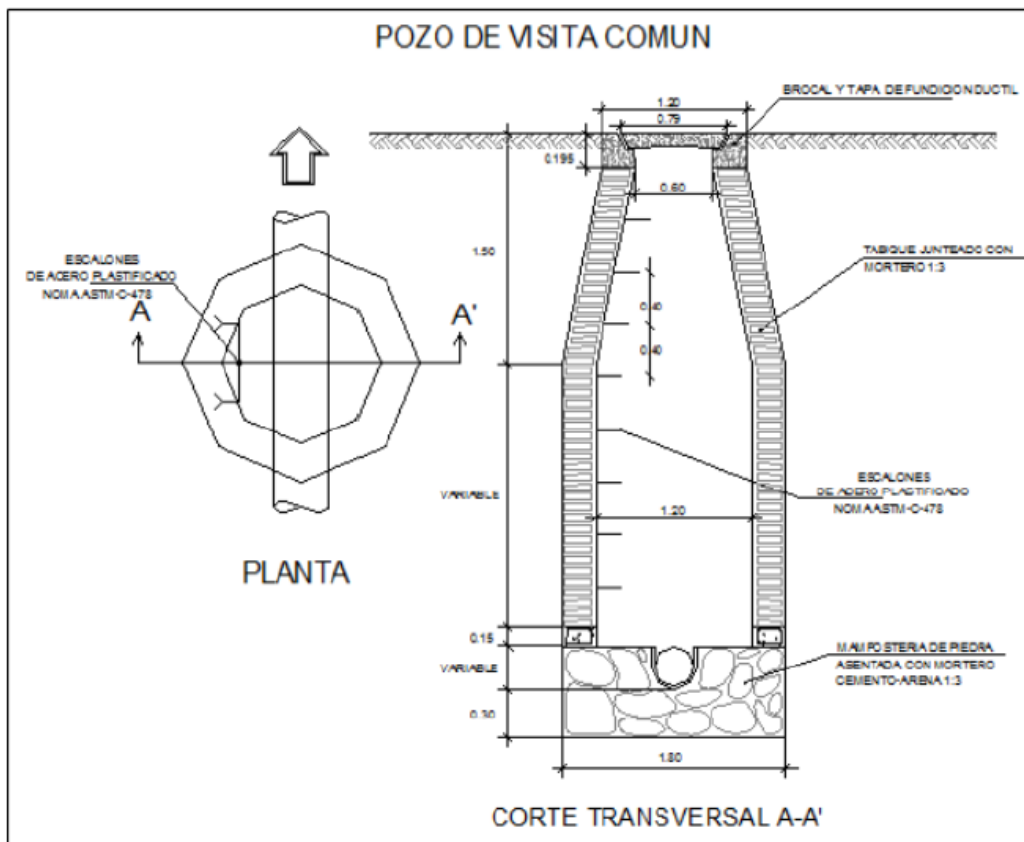


Imagen 5.3 Pozo de Visita Común  
Fuente: M.A.P.A.S.

## Estructuras de caída.

Estas estructuras se implementan debido a razones como la topografía de la localidad o por tener elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, por lo que hay necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

- **Pozos con caída libre.**

Se permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.

En la siguiente imagen, la configuración de un pozo de visita con caída libre:

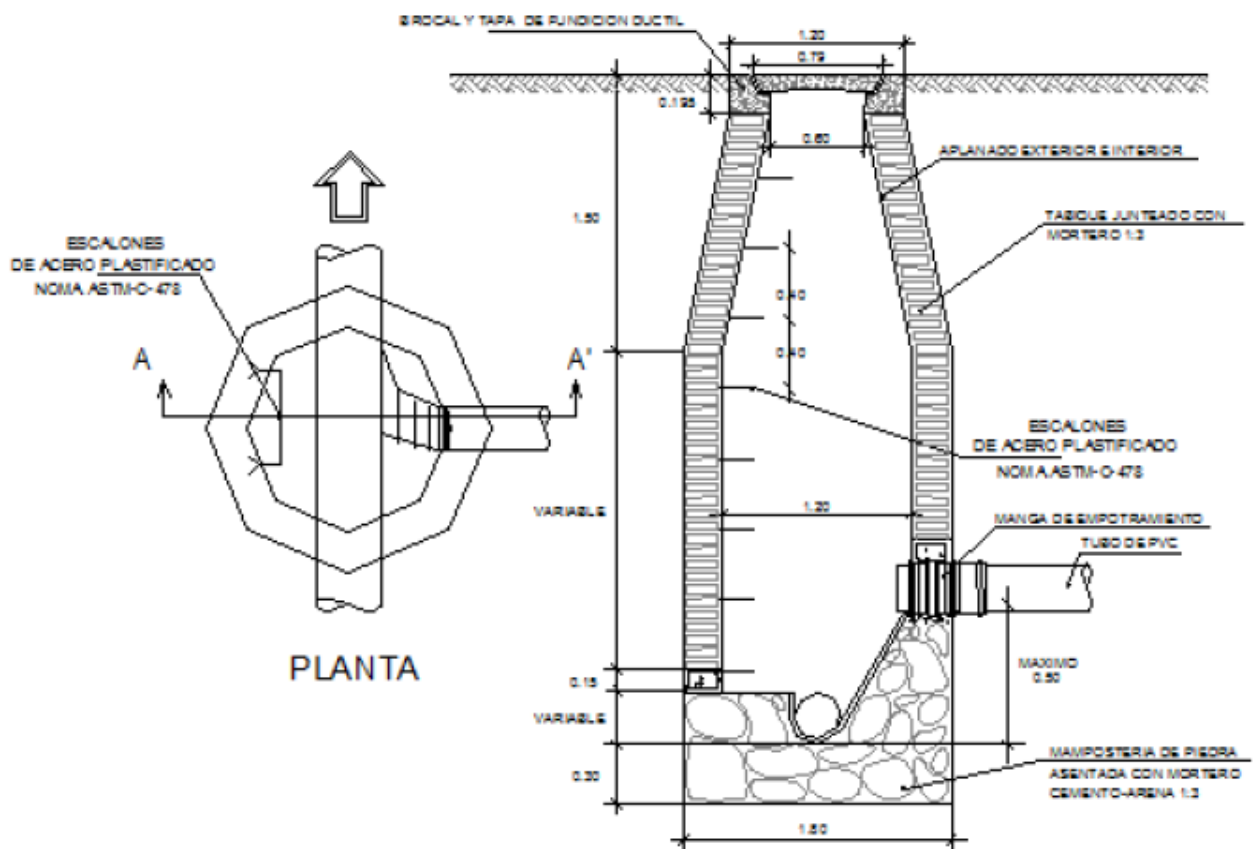


Imagen 5.4 Pozo de Visita con Estructura de Caída Libre

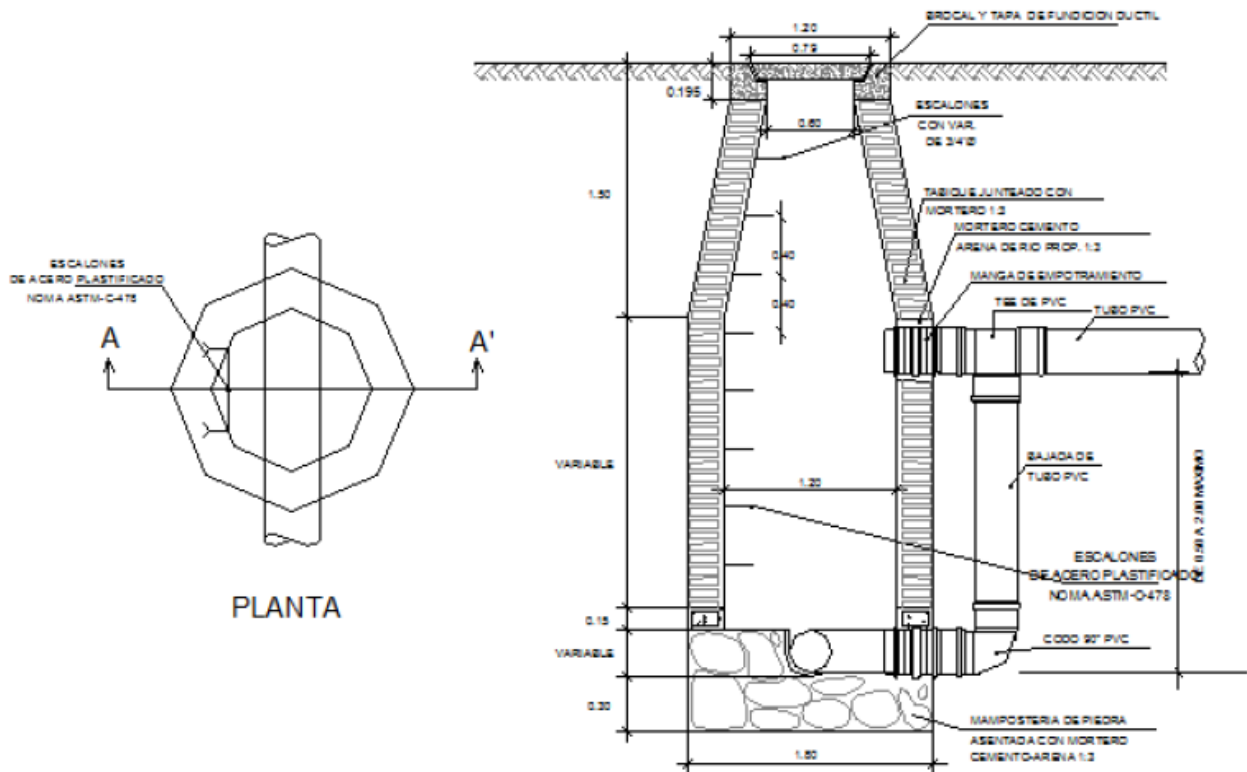
Fuente: M.A.P.A.S.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

- **Pozos con caída adosada**

Son pozos de visita comunes a los cuales se les construye una estructura lateral que permite la caída en tuberías de 0.2 y 0.25 m de diámetro, con un desnivel de hasta 2 m.

En la imagen, se puede apreciar cómo está estructurado un pozo de visita con caída adosada:



*Imagen 5.5 Pozo de Visita con Estructura de Caída Adosada*

*Fuente: M.A.P.A.S.*

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

### **Pozos construidos en sitio**

Se construyen en el lugar de la obra y son hechos comúnmente de tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Su espesor debe ser de mínimo 28 cm, la base de estos pozos debe ser de concreto monolítico con un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ , con un espesor mínimo de 15 cm hasta una altura mínima de 50 cm sobre el lomo de los tubos incidentes, armado con acero.

Este tipo de pozos de visita se deben de aplanar y pulir tanto en su interior como en su exterior con mezcla de cemento – arena.

A continuación, en la imagen se aprecia el proceso de construcción de un pozo realizado en obra.



*Imagen 5.6 Pozo de Visita con Hecho en Obra  
Fuente: oirfis.gob.mx*

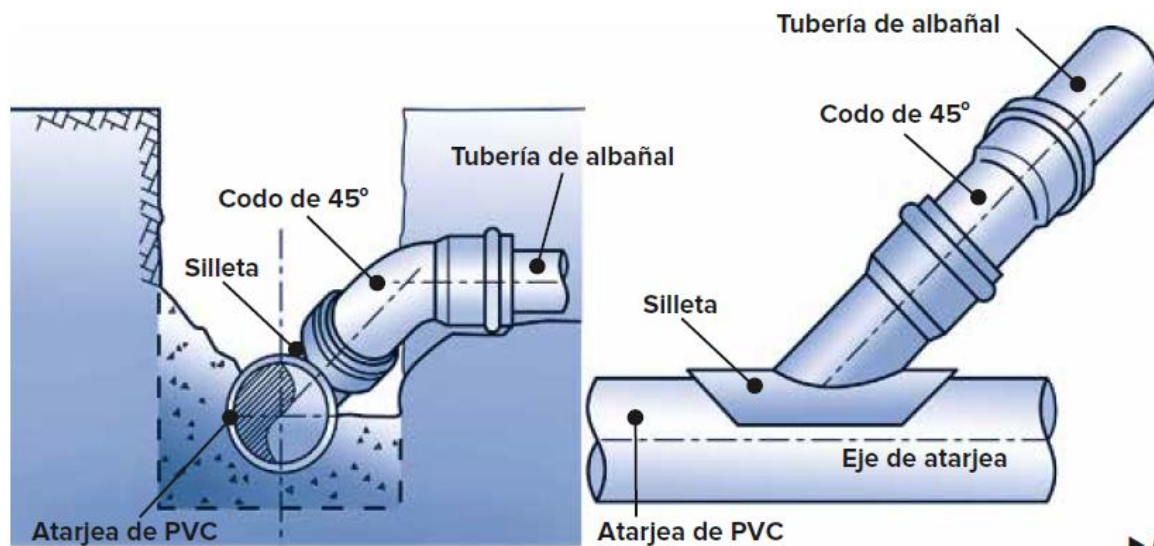


## 5.6 Descargas Domiciliarias

La descarga domiciliaria o también llamado albañal exterior, consta de una tubería que permite el desalojo de las aguas residuales, del registro domiciliario a la atarjea.

El diámetro mínimo recomendable para el albañal es de 15 cm, pero esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales. La conexión entre el albañal y atarjea deber ser del tipo hermética y la tubería de interconexión debe tener una pendiente mínima de 1%. Hay casos en los que el diámetro del albañal es de 10 cm, por lo que se debe considerar la pendiente de 2% y de igual manera garantizar que la conexión del albañal a la atarjea sea hermética.

En la siguiente figura se explica cómo hacer la conexión del albañal con la atarjea:



► Fig. 6

*Imagen 5.7 Conexión de Descargar Domiciliaria a la Red de Alcantarillado*  
*Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento de un Sistema de Alcantarillado Sanitario*

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

## 6.1 Variables Hidráulicas.

Los datos que a continuación se presentan son obtenidos del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (M.A.P.A.S.): 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:

$$Q = V * A$$

Donde:

- $Q$ . Gasto en m<sup>3</sup>/s
- $V$ . Velocidad en m/s
- $A$ . Área transversal del flujo en m<sup>2</sup>

Para el cálculo hidráulico del alcantarillado se utiliza la fórmula de Manning

Donde:

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

Donde:

- $V$ . Velocidad en m/s
- $R_h$ . Radio hidráulico en m
- $S$ . Pendiente del gradiente hidráulico de la tubería adimensional
- $n$ . Coeficiente de fricción adimensional

El radio hidráulico se calcula con la siguiente formula:

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

Donde:

- $R_h$ . Radio hidráulico en m
- $A$ . Área transversal del flujo en m<sup>2</sup>
- $P_m$ . Perímetro mojado en m

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

El coeficiente de rozamiento o coeficiente de fricción (n). 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>n (Manning)</b>
Concreto	0.012
Concreto con revestimiento de PVC/PEAD	0.009
Acero soldado con recubrimiento interior (pinturas)	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Fibrocemento	0.010
Polietileno pared sólida	0.009
Polietileno corrugado/estructurado	0.012
PVC pared sólida	0.009
PVC pared corrugada/estructurado	0.009
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.009

*Tabla 6.1. Valores del Coeficiente de Fricción de Manning (n)*

*Fuente: M.A.P.A.S. 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 de la siguiente figura:

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

$$d = r\left(1 - \text{Cos}\frac{\theta}{2}\right)$$

$$Pm = \frac{\pi * D * \theta}{360}$$

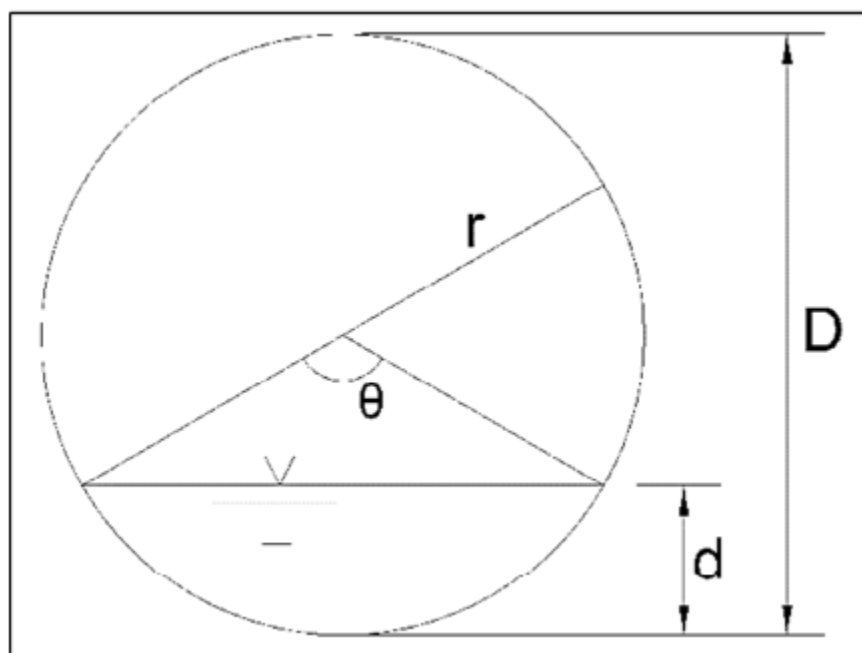
$$r_h = \frac{r}{2}\left(1 - \frac{360 * \text{Sen}\theta}{2 * \pi * \theta}\right)$$

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

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Donde:

- $d$ . Tirante hidráulico, en m.
- $D$ . Diámetro interior del tubo, en m.
- $A$ . Área de la sección transversal del flujo, en  $m^2$ .
- $Pm$ . Perímetro mojado, en m.
- $Rh$ . Radio hidráulico, en m.
- $\theta$ . Angulo en grados.
- $r$ .  $D/2$ , en m.



*Imagen 6.1. Características Hidráulicas de la Tubería.*

*Fuente: M.A.P.A.S. 2007*

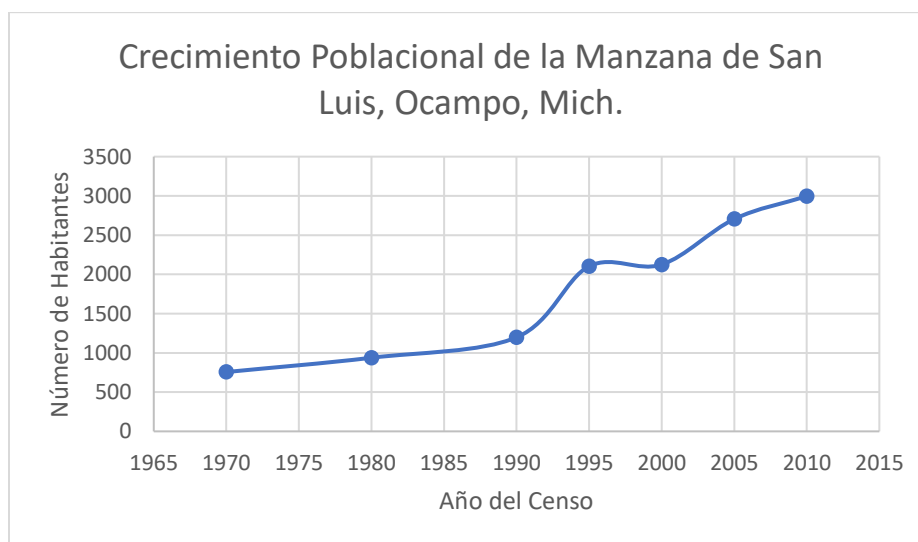
## 6.2 Determinación de la Población Actual y de Proyecto

**Población Actual.** La población actual se refiere a datos censales que proporciona el Instituto Nacional de Estadística Geométrica e informática (INEGI), esta información se valida con la que resulta del número de contratos de servicios y la densidad de población.

En tabla 6.2 se muestran los datos de censos tomados de la página web de INEGI.

Censos de la Manzana de San Luis		
Evento Censal	Fuente	Total de Habitantes
1970	Censo	756
1980	Censo	938
1990	Censo	1198
1995	Conteo	2103
2000	Censo	2125
2005	Conteo	2705
2010	Censo	2996

Tabla 6.2. Datos Censales de la Población  
Fuente: INEGI



Gráfica 6.1. Crecimiento Poblacional de la Localidad  
Fuente: INEGI

### Población de Proyecto.

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de alcantarillado. Se considera un periodo de diseño de 20 años, comenzando del año 2020 al 2040.

Para obtener la población del año 2040, se aplicará la predicción de población según el apartado de la norma técnica NT-011-CNA-2001 y dos datos de los censos de la tabla 6.2.

La tasa de crecimiento por lo general es variable en el tiempo, ya que en cuestiones de población es altamente improbable que se mantenga constante esa tasa. La determinación de la tasa de crecimiento dependerá de los datos disponibles.

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

Donde:

- $P_i$ . Población que existe al iniciar el periodo de tiempo "i" (hab)
- $P_{i+n}$ . Población que habrá "n" periodos después del tiempo "i" (hab)
- $Tc$ . Tasa de crecimiento promedio entre par de periodos consecutivos (%)

Enseguida se describe el cálculo de la tasa de crecimiento.

Cálculo de la tasa de crecimiento utilizando los intervalos de población del año 2005 – 2010.

- Cálculo.

$$Tc(\%) = \left[ \left( \frac{2996}{2705} \right)^{\frac{1}{5}} - 1 \right] 100 = 2.065\%$$

La proyección de la población se realizará para el periodo de diseño de 20 años (n), se utilizará la tasa de crecimiento ya calculada ( $Tc = 2.065\%$ ) de acuerdo a las recomendaciones de la NT-011-CNA-2001.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Con esta tasa de crecimiento, la población de proyecto se calcula por la ecuación siguiente.

$$P_{i+n} = Pi(1 + Tc)^n$$

Donde:

- $P_i$ . Población inicial "i" (hab).
- $P_{i+n}$ . Población que habrá "n" periodos después del tiempo "i" (hab).
- $Tc$ . Tasa de crecimiento promedio entre par de periodos (adimensional).

- Cálculo de la Población Actual:

Calculando Población Actual Estimada 2020		
Datos:	Hab	Año
$P_i =$	2996	2010
$n =$	10	2020

$$P_{2020} = 2996(1 + 0.02065)^{10}$$

$$P_{2020} = 3675 \text{ Hab.}$$

- Cálculo de la Población Proyecto:

Calculando Población Proyecto 2040		
Datos:	Hab	Año
$P_i =$	2996	2010
$n =$	30	2040

$$P_{2040} = 2996(1 + 0.02065)^{30}$$

$$P_{2040} = 5531 \text{ Hab}$$

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 5531 habitantes.



## 6.3 Determinación de Gastos de Diseño

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

- a) Gasto Medio
- b) Gasto Mínimo
- c) Gasto Máximo Instantáneo
- d) Gasto Máximo Extraordinario.

Los tres últimos se determinan a partir del gasto medio. La CONAGUA considera que el alcantarillado debe construirse herméticamente, por lo que no se adicionará al caudal de aguas negras el volumen por infiltraciones.

### 6.3.1 Dotación

Para poder determinar cada uno de los gastos antes mencionados, es necesario determinar una dotación, la cual incluye:

- **Rezago Social**

Se hace de acuerdo al Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). En la tabla 6.3, se describe la clase económica y sus tipos de vivienda.

Clase Socioeconómica	Descripción del Tipo de Vivienda
Residencial	Casas solas o departamentos de lujo, que cuentan con dos o mas baños, jardín grande, cisterna, lavadora, etc.
Media	Casas y departamentos que cuentan con uno o dos baños, jardín mediano y tinaco
Popular	Vecindades y casas habitadas por una o varias familias las cuales cuentan con jardín pequeño, con un solo baño o compartiendolo.

Tabla 6.3. Clase socioeconómica y su Descripción.

Fuente: M.A.P.A.S.

## Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.

Para nuestra localidad, seleccionamos una clase económica del tipo popular, pues como podemos observar en la imagen 6.2, se encuentra en el color rojo, por lo que el rezago social es medio y alto o muy alto, considerando un 90% y 10% respectivamente.

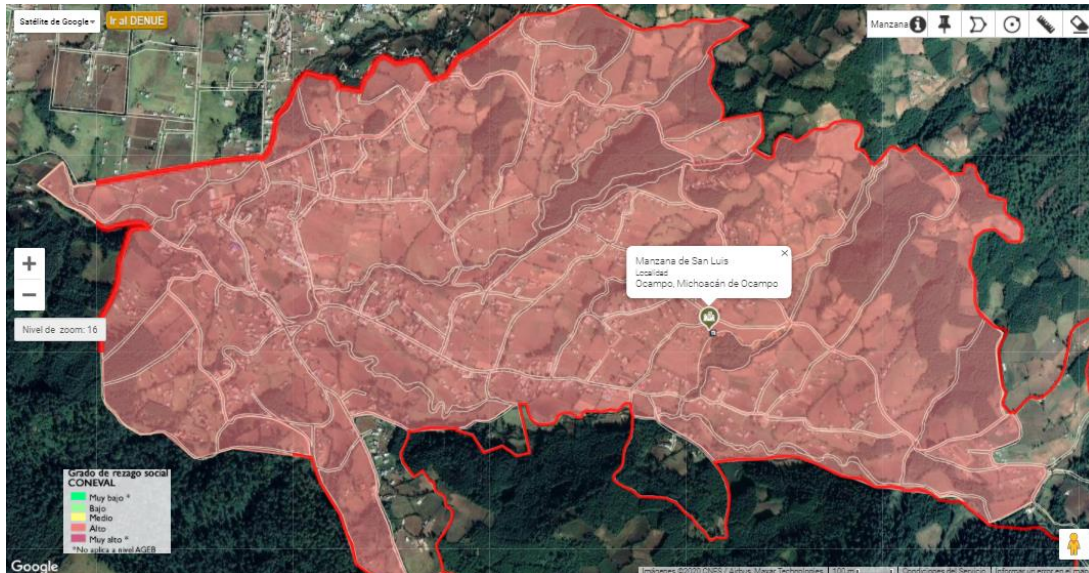


Imagen 6.2 Grado de Rezago Social CONEVAL.

Fuente: INEGI

### - Temperatura

Se debe considerar la Temperatura Media Anual, esta cambia conforme al clima que hay en la región. En la tabla 6.4 se muestran la clasificación de clima por la temperatura:

CLASIFICACION DE CLIMAS POR SU TEMPERATURA	
Temperatura Media Anual (°C)	Tipo de Clima
Mayor que 22	Calido
De 18 a 22	Semicalido
De 12 a 17.9	Templado
De 5 a 11.9	Semifrio
menor que 5	Frio

Tabla 6.4 Clasificación de Clima por su Temperatura.

Fuente: INEGI

De acuerdo al Prontuario de Información Geográfica de Ocampo, Mich., perteneciente a INEGI, en la localidad tenemos una temperatura media anual entre 12° C a 18° C, por lo que a la población le corresponde un tipo de clima Templado.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

**- Consumos**

Como ya sabemos, tenemos un clima templado y la clase socioeconómica es del tipo popular (90%) y medio (10%), por lo que de acuerdo a la tabla 6.5, la dotación corresponde a 19.5 lt/hab/día para media y 90 lt/hab/día para popular, sumadas estas cantidades tenemos una dotación total de 109.5 lt/hab/día.

<b>CONSUMOS DOMÉSTICOS PER CÁPITA</b>			
	<b>Consumo Por Clase Socioeconómica (Lt/hab/día)</b>		
<b>Clima</b>	<b>Residencial</b>	<b>Media</b>	<b>Popular</b>
Cálido	400	230	185
Semicálido	300	205	130
Templado/semifrío/frío	250	195	100

*Tabla 6.5 Consumo per Cápita.*

*Fuente: INEGI*

De acuerdo a todo lo anterior, tenemos la siguiente Tabla resumen:

<b>Clima</b>	<b>Consumo por Clase Socioeconómica</b>		<b>Consumos Domésticos Per Capita</b>		<b>Dotación (Lt/Hab/Día)</b>
	<b>Media</b>	<b>Popular</b>	<b>10%</b>	<b>90%</b>	
<b>Templado</b>	<b>195</b>	<b>100</b>	<b>19.5</b>	<b>90</b>	<b>109.5</b>

*Tabla 6.6 Tabla Resumen de la Dotación.*

*Fuente: Elaboración Propia*

**- Aportación de Aguas Residuales**

Es el volumen diario del agua residual entregado a la red de alcantarillado. La mayoría de los autores, investigadores y dependencias gubernamentales, están de acuerdo en que la aportación es un porcentaje del valor de la dotación, ya que existe un volumen del líquido que no atributa a la red de alcantarillado, como lo es el utilizado para el consumo humano, riego de jardines, lavado de coches, etc.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Nos resulta que tenemos una dotación de agua potable de 109.5lt/hab/día, pero debemos recordar que es un proyecto de red de alcantarillado, por lo que debemos multiplicar esa dotación por el 75% ya que esa es la cantidad que se descarga en el sistema de drenaje, pues el 25% restante se consume antes de llegar a las atarjeas.

La aportación sería:

$$\text{Aportación Neta} = 0.75(\text{Dot})$$

$$\text{Aportación Neta} = 0.75(109.5 \text{ Lt/hab/día})$$

$$\text{Aportación Neta} = \mathbf{82.13 \text{ Lt/hab/día}}$$

### 6.3.2 Gasto Medio

Es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año.

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

$$Q_{med} = \frac{Ap * P}{86400}$$

Donde:

$Q_{med}$ . Gasto medio de aguas residuales en l/s.

$Ap$ . Aportación de aguas residuales por día, en l/hab.

$P$ . Población, en número de habitantes.

86,400= segundos/día.

Gasto medio para 2040:

$$Q_{med} = \frac{(82.13\text{Lt/hab/día})(5531\text{hab})}{86400\text{s/día}}$$

$$Q_{med} = \mathbf{5.257\text{Lt/s}}$$

Para localidades con zonas industriales, que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes considerables, de acuerdo a la ecuación anterior, se debe adicionar al gasto medio, el gasto de aportación obtenido.

### 6.3.3 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 ( $Q_{med}$ ).

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

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 en el año 2040.

$$Q_{min} = 0.5(5.257\text{Lt/s})$$

$$Q_{min} = 2.63\text{Lt/s}$$

### 6.3.4 Gasto Máximo Instantáneo

El gasto máximo instantáneo ( $Q_{max\ inst}$ ) 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 a partir de las siguientes ecuaciones:

$$Q_{max\ inst} = M * Q_{med}$$

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

Donde:

- $Q_{med}$ . Gasto medio.
- M. 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.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

- 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.

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\left(\frac{5531}{1000}\right)}} = 3.204$$

$$Q_{\max inst} = 3.204 * 5.257 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{\max inst} = \mathbf{16.845 \text{ Lt/s}}$$

#### **6.3.4 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 este 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.

Ahora, 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.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario resulta:

$$Q_{\max ext} = CS * Q_{\max inst}$$

Donde:

$Q_{\max ext}$ . Gasto máximo extraordinario, en l/s.

$CS$ . Coeficiente de seguridad adaptado.

Tomaremos el coeficiente de seguridad (CS) igual a 1.5, ya que debemos indicar el volumen de agua no considerado como lo es el agua de lluvia o si nuestra red de alcantarillado se puede ampliar.

$$CS = 1.5$$

Por lo tanto:

$$Q_{\max ext} = 1.5 * 16.845 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{\max ext} = 25.267 \text{ Lt/s}$$

En la tabla 6.5, tenemos un resumen de los resultados de los gastos de diseño.

<b>Gastos de Diseño</b>	
<b>Gasto Mínimo</b>	<b>2.629 Lt/s</b>
<b>Gasto Medio</b>	<b>5.257 Lt/s</b>
<b>M</b>	<b>3.204</b>
<b>Gasto Máximo Instantáneo</b>	<b>16.845 Lt/s</b>
<b>Gasto Máximo Extraordinario</b>	<b>25.267 Lt/s</b>

*Tabla 6.7 Gastos de Diseño (Lt/s).*

*Fuente: Elaboración Propia*

## 6.4 Planeación del Sistema de Alcantarillado

La red de alcantarillado tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, hacia los colectores.

La red está constituida por un conjunto de tuberías por donde son conducidas las aguas residuales captadas. 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 que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen en el diseño las mayores secciones 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.

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

- Red de atarjeas.
- Subcolectores.
- Colectores.
- Emisores.



Imagen 6.3 Tramo de Atarjea

Fuente: flickr.com



### 6.4.1 Red de Atarjeas

La red se inicia con la descarga domiciliar 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 6.6. 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.

<b>Diámetro (m)</b>	<b>Separación (m)</b>
<b>0.20 - 0.76</b>	<b>125 - 135</b>
<b>0.90 - 1.22</b>	<b>175 - 190</b>
<b>Mayores de 1.22</b>	<b>250 - 275</b>

Tabla 6.8 Separación Máxima entre Pozos de Visita.

Fuente: M.A.P.A.S.

- **Modelo 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, existen algunos tipos de trazos que pueden ser utilizados como guías, estos son:

- a) **Trazo en Bayoneta.**
- b) **Trazo en Peine.**
- c) **Trazo Combinado.**

Para nuestro proyecto, se propone el *“Trazo en peine”*. Este 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 perpendicular a ellas.

Garantiza aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjea a la tubería común de cada peine, y de estas a los colectores, propiciando rápidamente un régimen hidráulico establecido. 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.

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.

En la siguiente imagen, podemos apreciar cómo está compuesto el trazo en peine.

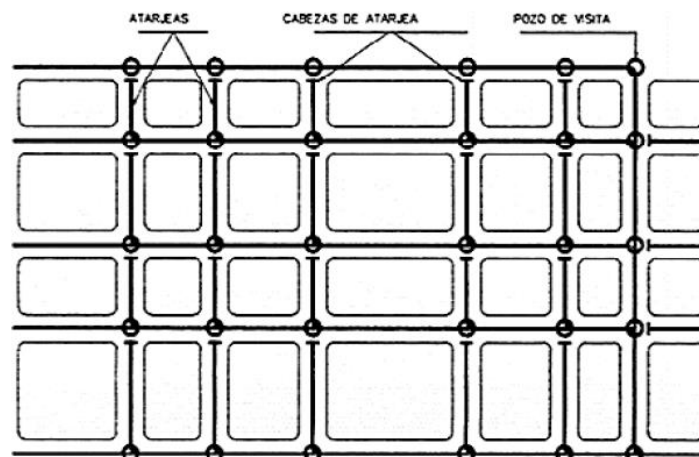


Imagen 6.4 Trazo de Red de Atarjeas en Peine.

Fuente: M.A.P.A.S.

### 6.4.2 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.

### 6.4.3 Colectores

Es la tubería que recoge las aguas negras de las atarjeas. Puede terminar en un interceptor, en un emisor o 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. Los modelos más usuales son:

- a) Modelo Perpendicular
- b) Modelo Radial
- c) Modelo de Interceptores
- d) Modelo de Abanico

Para nuestra localidad, se seleccionó un modelo en abanico. Pues la zona donde está la localidad en estudio se encuentra en un valle, entonces, las líneas convergen hacia una tubería principal (colector) localizado en el interior de la localidad, así se origina una sola tubería de descarga.

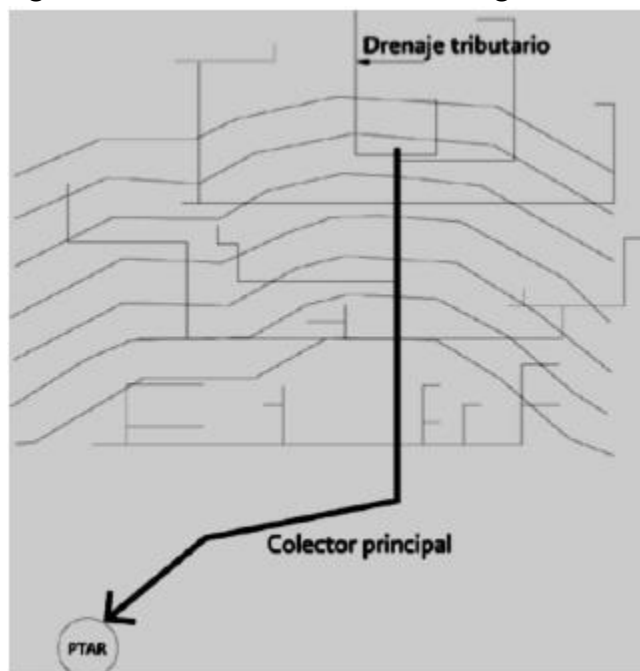


Imagen 6.5 Modelo de Abanico.

Fuente: M.A.P.A.S.

#### 6.4.4 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 Proyecto Geométrico (Profundidades Y Cotas De Pozos, Longitudes, Pendientes Y Diámetros De Tuberías).

#### 6.5.1 Componentes del Sistema

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

### 6.5.2 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 para este proyecto, serán fabricados en el sitio, siendo los siguientes:

- a) Pozo de visita común.
- b) Pozo de visita con caída libre.
- c) Pozo de visita 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 banqueteta.
- b) Cuerpo, el cual debe de ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones.
- c) Cono de acceso (concéntrico o excéntrico).
- d) Brocal.
- e) Tapa.

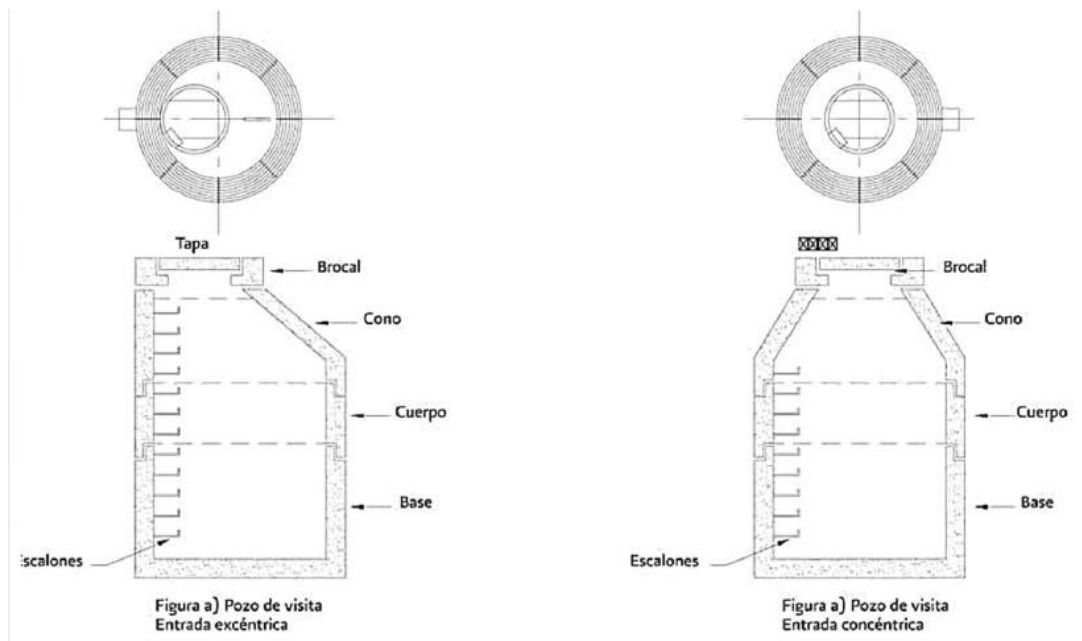


Imagen 6.6 Componentes del Pozo de Visita.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

En el subcapítulo 5.5 se relata para que sirve cada uno de los pozos anteriormente mencionados y también, se encuentran especificaciones como la altura, el diámetro y diagramas de cómo son internamente.

Para nuestro proyecto, los pozos serán construidos en el sitio y solo cuenta con dos tipos de pozos, de visita común y de caída libre adosada, esto debido a la topografía del sitio.

- **Pozos construidos en sitio**

El material requerido para construir los pozos de visita para este proyecto será:

- Ladrillo con espesor de 28 cm
- Concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- Acero de refuerzo
- Mezcla cemento-arena

En la imagen 6.7, podemos apreciar un ejemplo de cómo se va construyendo un pozo de visita.



*Imagen 6.7 Pozo de Visita con Hecho en Obra*

*Fuente: oirfis.gob.mx*

## 6.6 Pendientes, Diámetros de la Red y Profundidades de los Pozos

Los diámetros propuestos para red de atarjeas serán como mínimo de 20 cm (8"), los diámetros para subcolectores se propondrán igual que para las atarjeas; en cuanto a los colectores y emisor el diámetro propuesto será de 25 cm (10"). 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 arrojo tres tipos (pozo común, cabeza de atarjea exterior, cabeza de atarjea interior).

$$S(\text{pendiente}) = \frac{\text{Cota de plantilla mayor} - \text{Cota de plantilla menor}}{\text{Longitud del tramo}} * 1000$$

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

$$H_{ajust} = (\text{Long. del tramo} * S(\text{pendiente}))/1000$$

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.

$$\text{Nueva Cota de Plantilla de Pozo Final}(CPPF_{ajust}) = \text{Cota de Pozo Inicial} - H_{ajust}$$

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

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Esta nueva profundidad del pozo final deberá cumplir con especificación mínima de profundidad para cada tipo de pozo.

En la siguiente tabla se aprecia las profundidades mínimas de pozos de visita.

<b>Tipo de Pozo</b>	<b>Profundidad Mínima (m)</b>
<b>Común</b>	<b>1.5</b>
<b>Cabeza de Atarjea Interior</b>	<b>1.3</b>
<b>Cabeza de Atarjea Exterior</b>	<b>1.2</b>

*Tabla 6.9 Profundidad de Pozos de Visita.*

*Fuente: M.A.P.A.S.*

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.



## 6.7 Revisión Hidráulica

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:

$$Densidad = \frac{Población\ Proyecto}{Longitud\ Total\ de\ la\ Red}$$

Anteriormente ya determinamos la población proyecto, la cual corresponde a 5,531 habitantes y, por otra parte, la longitud total de la red es de 16,144.10m.

$$Densidad = \frac{5,531\ hab}{16,144.10\ m} = 0.34\ hab/m$$

También, debemos considerar la aportación de aguas residuales calculada con anterioridad  $A_p=82.125\ l/hab/dia$ , podemos determinar si los tramos cumplen con lo estipulado en el M.A.P.A.S.

Ahora, para la **revisión hidráulica** se propondrá utilizar una tabla de cálculo bastante simple y funcional, dando en ella parámetros mínimos y máximos para las diferentes condiciones de tramos y de la red en general.

De tal manera que, la *columna 1* corresponderá al número de pozo de visita asignado desde el diseño geométrico, y que es donde inicia el análisis hidráulico por tramos en la red de sub colectores, colectores y emisores.

La *columna 2* se refiere al tramo o segmento correspondiente movido de análisis, y que interconectara con el número de pozos de origen y el número de pozo de destino.

Las *columnas 3, 4 y 5* se refieren a las longitudes expresadas en metros. La *columna 3* se refiere a la longitud propia del tramo definida como la distancia entre pozo de visita de origen a pozo de visita de destino. La *columna 4* será las

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

longitudes que tributan (si fuese el caso) en el pozo de visita. Nótese que las longitudes que se plasman en el pozo el cual llega al ramal de atarjeas correspondientes. La *columna 5* se refiere a la longitud acumulada para el tramo en cuestión, que será la longitud propia del tramo más las tributarias aguas arriba del tramo.

La *columna 6* corresponde a la población servida por el tramo en cuestión, expresada en habitantes. Para obtener este valor, bastara multiplicar la densidad de la población obtenida al inicio, por la longitud acumulada de la *columna 5* en el tramo en cuestión. En esta columna es necesario mencionar que por obvias razones se deberá manejar números enteros. Una manera de cuadrar resultados, es que, al finalizar la columna, se deberá coincidir con la población de proyecto. Si no es así, se advierte algún error de análisis de tramos.

Las *columnas 7, 8, 9 y 10* corresponderán a los gastos por tramo de aguas negras, expresados en litros/segundo. Así, la *columna 7* corresponderá al gasto medio en el tramo, obtenido con la formula ya mencionada anteriormente. El gasto se determinará con los datos de la aportación, y la población del tramo en análisis. La *columna 8* será el gasto mínimo en el tramo, aplicando la formula correspondiente. Cuando resulten valores de gasto mínimo menores a 1.5 l/S, se deberá usar este valor en el diseño. Este criterio viene del M.A.P.A.S. de la CONAGUA. La *columna 9*, corresponde al gasto máximo instantáneo, por lo que se deberá determinar el coeficiente de Harmon para cada tramo en estudio y calcular el gasto máximo instantáneo esperado en este tramo. La *columna 10*, se refiere al gasto máximo extraordinario para el tramo en estudio, aplicando la formula correspondiente.

Las *columnas 11 y 12* corresponderá a los datos geométricos por tramos de estudio, plasmados como L-S- $\theta$ ; de aquí, la *columna 11* se refiere a la pendiente del tramo expresada en milésimas de metro, y la *columna 12* corresponderá al diámetro nominal propuesto en el tramo, expresado en centímetros.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Las *columnas 13, 14, 15 y 16* corresponden al funcionamiento hidráulico del tramo.

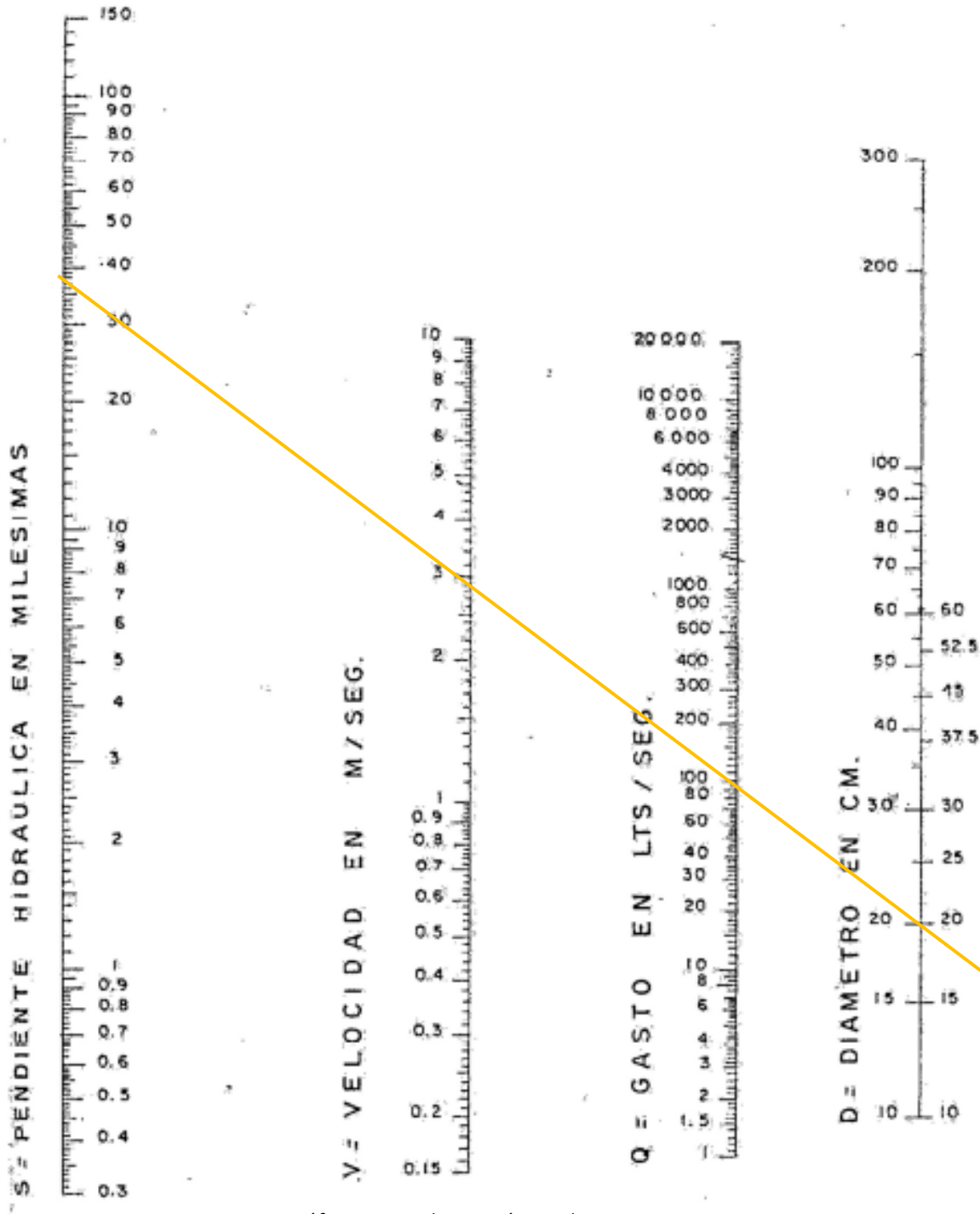
Para continuar con el análisis hidráulico de la red, se usará un método básico y elemental, que es aplicar los nomogramas de Manning, los cuales permiten determinar las diferentes variables hidráulicas necesarias para la revisión.

Se define como *nomograma*, al instrumento gráfico de cálculo, consistente en un diagrama bidimensional que permite el cálculo gráfico y aproximado de una función de cualquier número de variables. En su concepción general, el nomograma representa, simultáneamente, el conjunto de las ecuaciones que definen determinado problema y el rango total de sus soluciones.

Para obtener las condiciones de gasto (*columna 13*), y de velocidad (*columna 14*), a tubo lleno, es necesario ingresar a la primera parte del nomograma. Para esto en el extremo izquierdo se deberá ubicar la pendiente del tramo, una vez ubicada la pendiente (en milésimas de metro) se deberá trazar una línea recta que una con el diámetro propuesto en el tramo; al trazar esta línea podemos observar que toca las escalas de gasto y velocidad; estos valores interceptados por la línea recta trazada corresponden a las condiciones establecidas y buscadas para tal efecto. Se deberá tomar la lectura y plasmarla en la tabla, en el tramo correspondiente.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Para nuestro caso, utilizaremos los nomogramas de Manning ya que el material de la tubería propuesta es de PVC, el cual tiene rugosidad de 0.009.



Gráfica 6.1 Pendiente Mínima de Manning.

Fuente: M.A.P.A.S.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Las *columnas 15 y 16*, corresponden a la velocidad efectiva, tanto a condiciones de gasto mínimo que ocurrirá en el tramo, como el gasto máximo extraordinario en el mismo tramo. La finalidad de análisis de estas columnas es la de revisar que se cumpla la velocidad mínima en sistemas de alcantarillado, así como la máxima permisible; y que estas velocidades no comprometan su funcionamiento, ya sea por condiciones de obturación por acumulación de sedimentos, o bien por erosión y /o socavación por exceso de velocidad.

Para el caso de estas columnas, es necesario advertir la necesidad de algunas relaciones establecidas de fácil comprensión; y/o por regla de tres y un despeje simple puede determinarse los parámetros buscados.

$$\frac{\textit{Área}}{\textit{Área Tubo Lleno}} : \frac{\textit{Radio}}{\textit{Radio Hidráulico}} : \frac{\textit{Velocidad}}{\textit{Velocidad Tubo Lleno}}$$
$$\frac{\textit{Gasto}}{\textit{Gasto a Tubo Lleno}} : \frac{\textit{Tirante}}{\textit{Tirante a Tubo Lleno}}$$

Así, de esa manera se pretende determinar las condiciones de velocidad, partiendo de que se conoce ya los gastos para las diversas condiciones; con esto se obtiene la relación de gasto mínimo y la relación de gasto máximo instantáneo, por lo que se tendrá:

$$\textit{Relación a } Q_{\min} : \frac{Q_{\min}}{Q_{\textit{lleno}}} = RQ_{\min}, \textit{ que corresponde a la columna 17}$$

$$\textit{Relación a } Q_{\textit{máx ext}} : \frac{Q_{\textit{máx ext}}}{Q_{\textit{lleno}}} = RQ_{\textit{máx ext}}, \textit{ que corresponde a la columna 18}$$

Con las relaciones de gasto para ambas condiciones (mínimas y máximas extraordinarias); se deberá ingresar al nomograma de Manning en su segunda parte, y se deberá trazar una línea horizontal. Con esta línea horizontal se determinará las relaciones de velocidad y tirante a la condición de lectura establecidas.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

Por lo que, la velocidad efectiva a gasto mínimo (*columna 15*) resultara de multiplicar la relación de velocidad a gasto mínimo ( $RV_{\text{mín}}$ ) por la velocidad a tubo lleno (*columna 14*). De igual manera, para el caso de la velocidad efectiva a gasto máximo (*columna 16*) resultara de multiplicar la relación de velocidad a gasto máximo ( $RV_{\text{máx ext}}$ ) por la velocidad a tubo lleno (*columna 14*). En este caso se deberá cuidar que las velocidades tanto mínima como máxima estén dentro de los parámetros ya mencionados.

En el caso de las *columnas 17 y 18* referentes a los tirantes que se presentaran con las condiciones establecidas de gasto, se procederá de la misma manera que en las columnas anteriores, utilizando las relaciones de tirante ya determinadas en el nomograma.

Por lo que el tirante a gasto mínimo (*columna 17*) resultara de multiplicar la relación de tirante a gasto mínimo ( $RT_{\text{mín}}$ ) por el diámetro del tubo propuesto (*columna 12*). De igual manera, para el caso del tirante a gasto máximo (*columna 18*) resultara de multiplicar la relación de tirante a gasto máximo ( $RT_{\text{máx ext}}$ ) por el diámetro del tubo propuesto (*columna 12*). En este caso se deberá cuidar que el tirante mínimo sea menor que el máximo; y que el máximo no exceda el diámetro propuesto, en caso de exceder, significa que es insuficiente para que circule el gasto máximo instantáneo, en este caso se deberá modificar por el diámetro superior y revisar nuevamente. Este ajuste se deberá plasmar de igual manera en el proyecto geométrico y donde aplique, es decir, en tuberías siguientes hacia aguas abajo.

## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## **7.1 Conclusiones**

El proyecto cumple con los requerimientos que tiene una obra de este aspecto, así mismo, cumple con todas las normas requeridas, de tal manera que esta obra cumplirá con las necesidades de la población de manera correcta hasta ser construida, por lo que no se desempeña en su totalidad con el objetivo general.

Ya que la localidad está ubicada en un terreno muy accidentado, se hace de acuerdo a esta una buena planeación del sistema de alcantarillado, respetando de manera correcta la pendiente de cada tramo, de esta manera, se respeta de correctamente el funcionamiento de la red y a su vez se hace el desalojo de las aguas residuales, por lo tanto, cumplimos uno de los objetivos particulares.

Para cumplir con el dimensionamiento de la red de alcantarillado, se efectuó el objetivo particular del proyecto geométrico, en el cual, se tomaron en cuenta datos como las longitudes, profundidades, cotas del terreno natural, de plantilla de los pozos y con ello las pendientes. Todo lo anterior es necesario para el desarrollo de la obra.

Para poder terminar el proyecto, se tienen que verificar que las variables hidráulicas y geométricas, como la pendiente, la velocidad, diámetros, gastos, entre otros; su verificación influye en los costos, tanto del diámetro del tubo que se debe comprar, como en la excavación debido a si hay mayores pendientes, al desempeñar lo anterior, se cumple otro objetivo particular.

Un objetivo particular más cumplido es la elaboración de tres planos, los cuales son esenciales para el proyecto, de esta forma, se puede hacer una buena interpretación de lo que debe colocarse en la obra. Se especifica cosas como los diámetros de los tubos, su longitud, la posición de los pozos, cotas del nivel de terreno, cotas de plantilla, se señalan los subcolectores, colectores y emisor.

Con la mención de los puntos anteriores, se da por hecho que los objetivos particulares se cumplen y por tanto se tendrá una red de alcantarillado sanitario completa y segura, que será eficiente para que se desalojen las aguas residuales



**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

de las viviendas y/o comercios, enfatizando que solo se logrará esto cuando el proyecto esté construido.

Con este tipo de proyectos, se beneficiará a 5531 habitantes cuando se ejecute la obra; desde el punto de vista sanitario, se desalojan las aguas negras que son desechos originados por la actividad de la población. En su composición se encuentran sólidos orgánicos disueltos y suspendidos que son causa de putrefacción, entonces, sino se tratan este tipo de desechos, afectan severamente a nuestro entorno y lo degradamos con mayor rapidez.

Habitualmente, estas aguas son encauzadas hacia una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, la cual manejará 25.267 Lt/seg, estas aguas residuales se someten a un proceso de tratamiento, suele consistir en una oxidación de la materia biodegradable con el fin de estabilizarla, quitarle el poder nocivo que conllevan y poder disponer de ellas de forma segura, sin riesgos a la salud humana.

Al concluir con la tesis, se tiene un proyecto a nivel de ingeniería básica, mostrando el proceso para la elaboración de un proyecto de este ámbito, además, es parte fundamental si el proyecto se lleva a nivel ejecutivo.

## **7.2 Recomendaciones**

- Tomar en cuenta los lineamientos estipulados por las autoridades ambientales competentes para que la ejecución del proyecto genere la menor afectación ambiental posible a la región.
- Tener una planta de tratamiento que cuente con las etapas mínimas de tratamiento primario y secundario, evitando los focos de infección en la población, favoreciendo las condiciones sanitarias de la localidad y por lo tanto su calidad de vida, además, ayudando a la preservación del medio ambiente.
- Si el proyecto se lleva a nivel ejecutivo, debe verificarse la topografía del lugar y realizar los ajustes necesarios en los cálculos.
- Respetar la pendiente calculada para cada uno de los tramos, evitando taponamientos.
- Siendo similar al punto anterior, respetar las velocidades tanto mínimas como máximas, evitando taponamiento y desgaste del material, respectivamente.
- La obra debe ser construida con materiales de calidad y a la misma vez ser económica, aportando todos los beneficios a la población al no causar problemas futuros.
- Llevar a cabo el mantenimiento propuesto a cada una de las estructuras hidráulicas que componen el sistema de acueducto, con el fin de mejorar la prestación del servicio, la eficiencia y el costo operacional, además, así se respeta la vida útil de la obra.
- Llevar a nivel de proyecto ejecutivo, para bajar recursos a nivel federativo y llevar a cabo su construcción

## CAPÍTULO 8. REFERENCIAS.

**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

- CONAGUA, Norma Técnica NT-011-CNA-2001 "Métodos de Proyección de Población", junio 2001, Obtenida de:  
<http://info.ceajalisco.gob.mx/transparencia/pdf/ley/nom/cna/nt-011-cna-2001.pdf>
- CONAGUA, Manual de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario, Datos Básicos para Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado, Libro 4. Obtenido de:  
<https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro4.pdf>
- INEGI, Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Ocampo, Michoacán de Ocampo (2009). Obtenido de:  
[http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/16/16061.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/16/16061.pdf)
- INEGI, Inventario Nacional de Viviendas. Obtenido de:  
<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>
- INEGI, Archivo histórico de localidades geoestadísticas, Obtenido de:  
<https://www.inegi.org.mx/app/geo2/ahl/>
- SCT, Mapas por Entidad Federativa y Nacional. Obtenido de:  
[http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGP/Atlas/Mapa\\_2016/MICHOACAN\\_DE\\_OCAMPO.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGP/Atlas/Mapa_2016/MICHOACAN_DE_OCAMPO.pdf)
- García Acevedo, R., & Ruíz Chávez, R. (octubre 2016). *Apuntes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial*. Morelia Michoacán: Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

## CAPÍTULO 9. ANEXOS













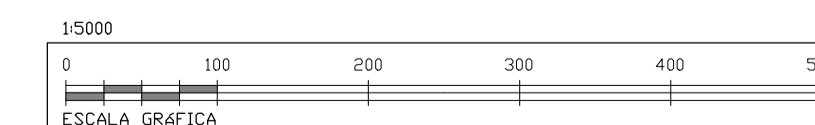
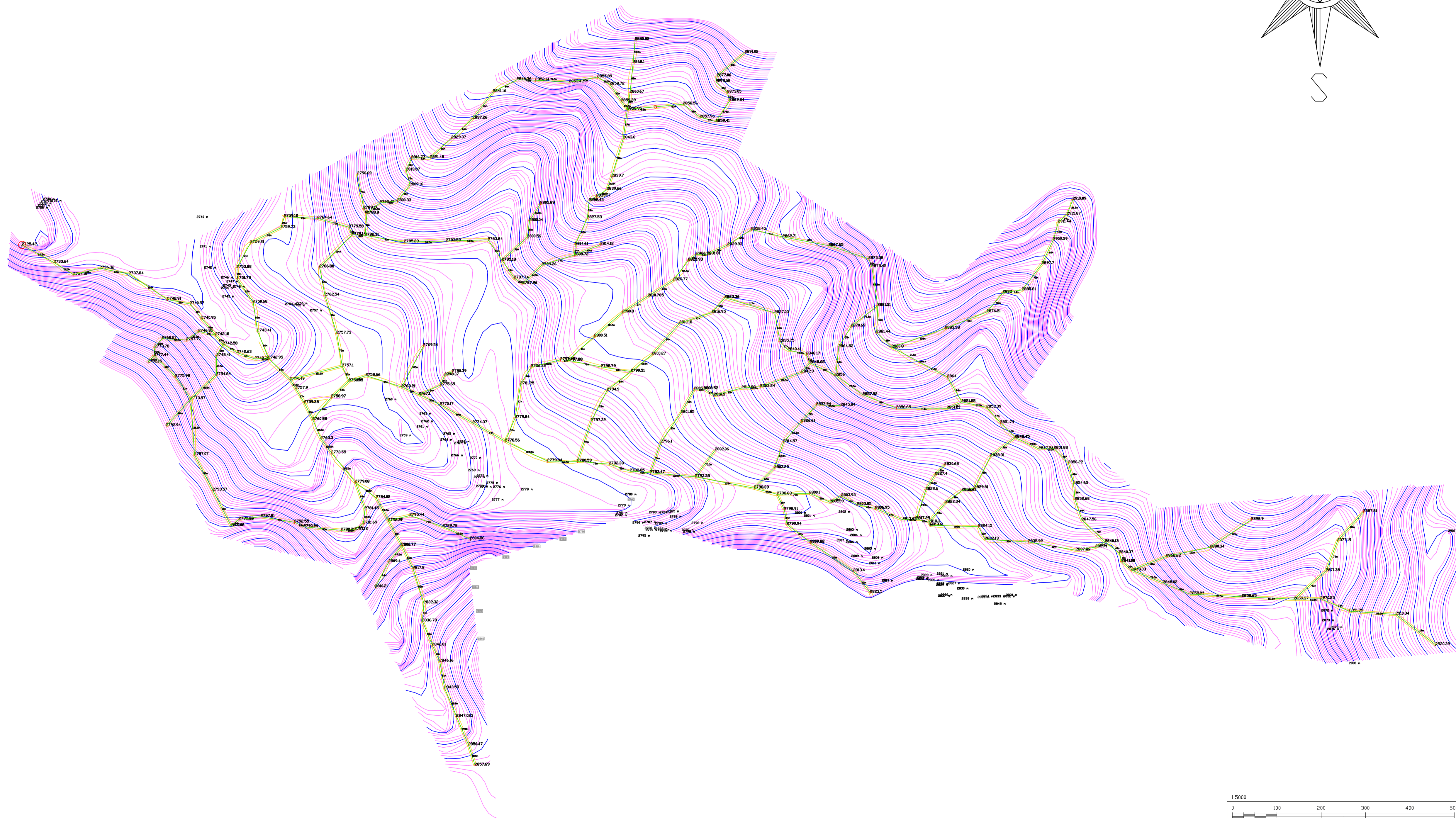
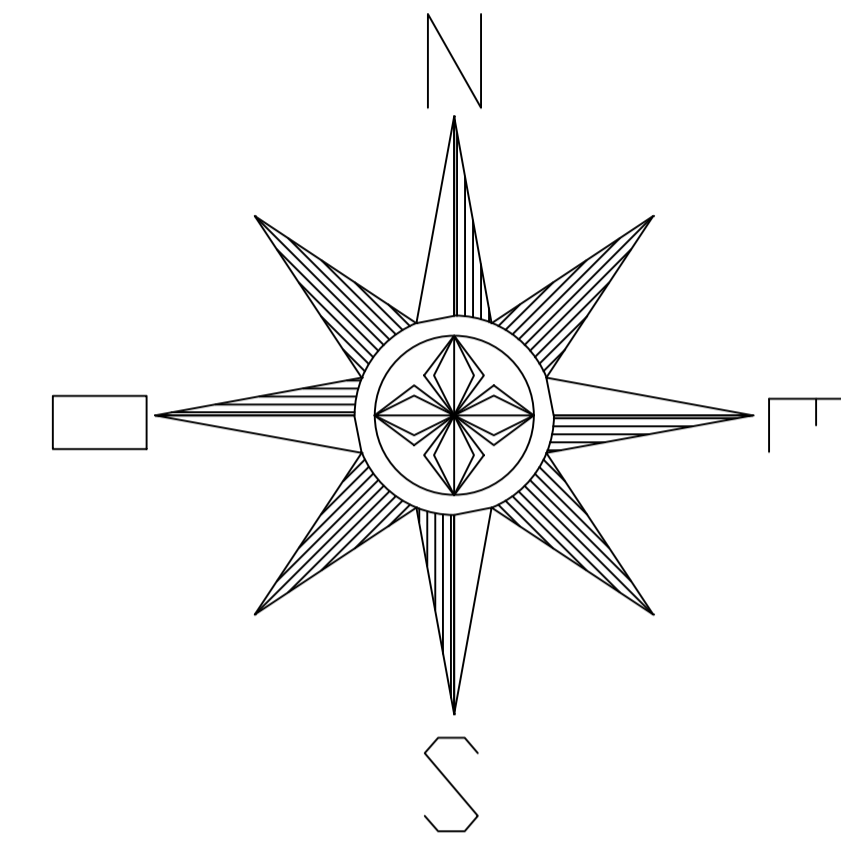
**Proyecto de Alcantarillado Sanitario para la Población de la Manzana de San Luis, Mpio. De Ocampo, Michoacán.**

128	1.55	2758.66	2757.11	129	1.5	2758.05	2756.55	0.56	40	15	0.60	2756.51	1.54
129	1.54	2758.05	2756.51	189	1.5	2757.1	2755.60	0.91	37	25	0.93	2755.59	1.51
189	1.51	2757.1	2755.59	186	1.5	2754.49	2752.99	2.60	121.5	22	2.67	2752.91	1.58
186	1.58	2754.49	2752.91	185	1.5	2742.95	2741.45	11.46	69	167	11.52	2741.39	1.56
185	1.56	2742.95	2741.39	184	1.5	2742.76	2741.26	0.13	30.5	5	0.15	2741.24	1.52
184	1.52	2742.76	2741.24	182	1.50	2742.63	2741.13	0.11	42	3	0.13	2741.11	1.52
182	1.52	2742.63	2741.11	179	1.5	2742.58	2741.08	0.03	37	3	0.11	2741.00	1.58
179	1.58	2742.58	2741.00	178	1.5	2742.18	2740.68	0.32	27	13	0.35	2740.65	1.53
178	1.53	2742.18	2740.65	255	1.5	2740.95	2739.45	1.20	48	26	1.25	2739.40	1.55
255	1.55	2740.95	2739.40	256	1.5	2740.57	2739.07	0.33	42	9	0.38	2739.02	1.55
256	1.55	2740.57	2739.02	257	1.5	2739.91	2738.41	0.61	52	12	0.62	2738.40	1.51
257	1.51	2739.91	2738.40	258	1.5	2737.84	2736.34	2.06	104	20	2.08	2736.32	1.52
258	1.52	2737.84	2736.32	259	1.5	2736.32	2734.82	1.50	67	23	1.54	2734.78	1.54
259	1.54	2739.32	2737.78	260	1.5	2734.18	2732.68	5.10	61	84	5.12	2732.66	1.52
260	1.52	2734.18	2732.66	261	1.5	2733.64	2732.14	0.52	52.5	10	0.53	2732.13	1.51
261	1.51	2733.64	2732.13	262	1.5	2725.42	2723.92	8.21	82.5	100	8.25	2723.88	1.54
262	1.54	2725.42	2723.88										

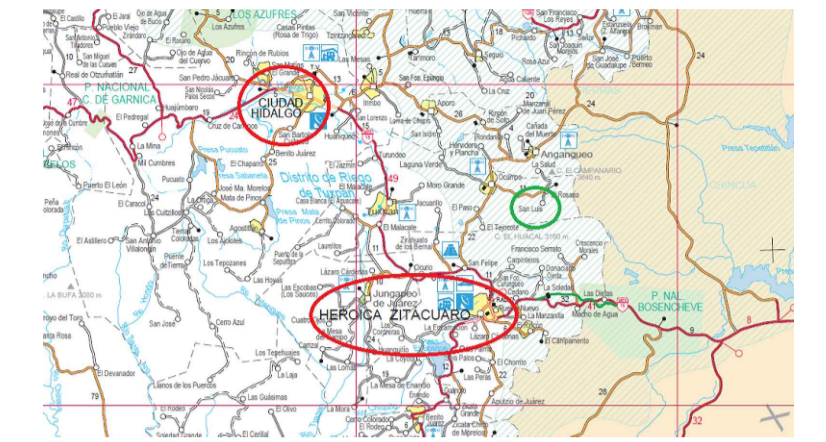




# PLANO 1. TOPOGRÁFICO



## Macrolocalización

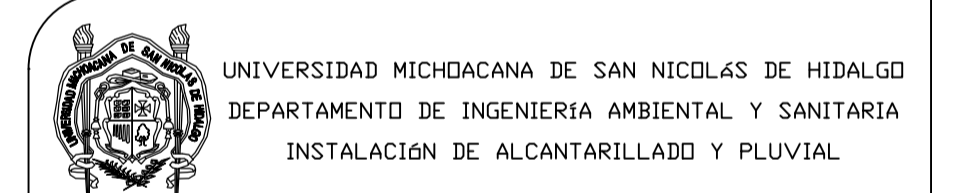


## Microlocalización



## Simbología

- Perímetro de Calles
- Curvas de Nivel Menores
- Curvas de Nivel Mayores
- Elevaciones de pozos de visita
- Cotas de Curvas de Nivel
- Longitud de calle



PROYECTO:  
ESTRADA DOMÍNGUEZ JUAN PABLO

DIBUJO:  
ESTRADA DOMÍNGUEZ JUAN PABLO

REVISÓ:  
ROBERTO GARCÍA ACEVEDO

Proyecto:  
Alcantarillado Sanitario para la  
Comunidad Rural de la Manzana  
de San Luis

Plano:  
1/3

Plano:  
Topográfico

Unidades:  
Metros

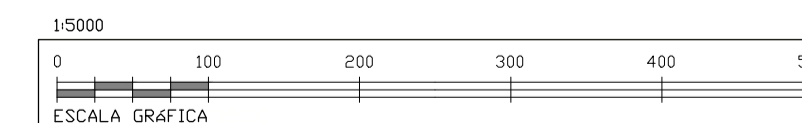
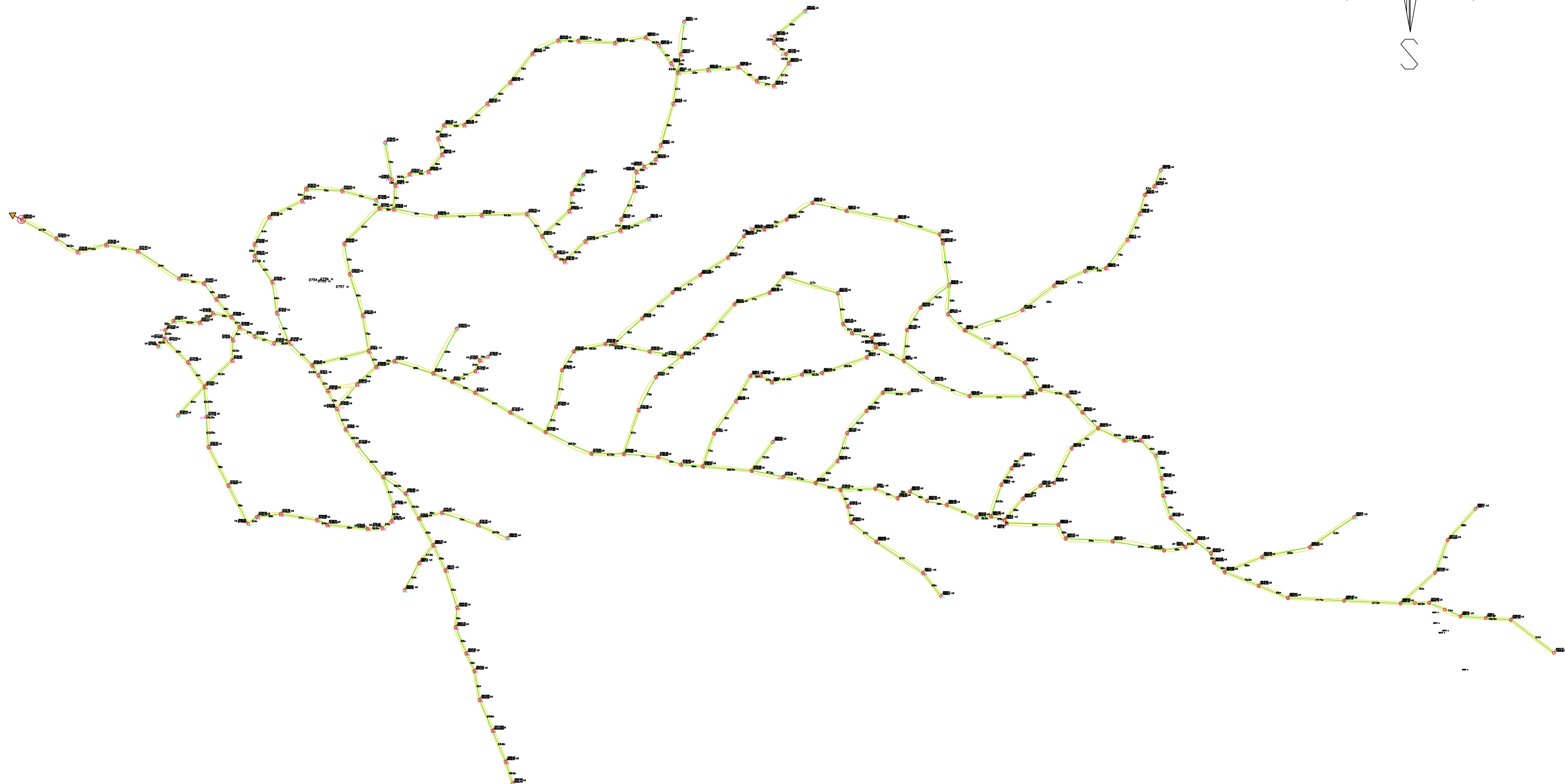
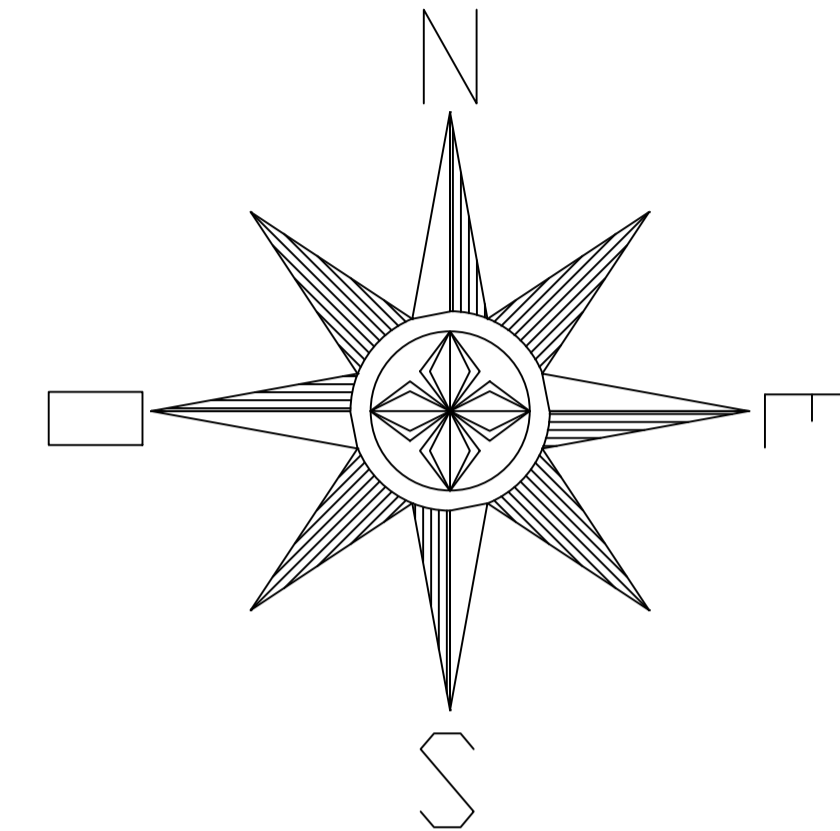
Ubicación:  
Ocampo, Michoacán.

Fecha:  
04/11/20

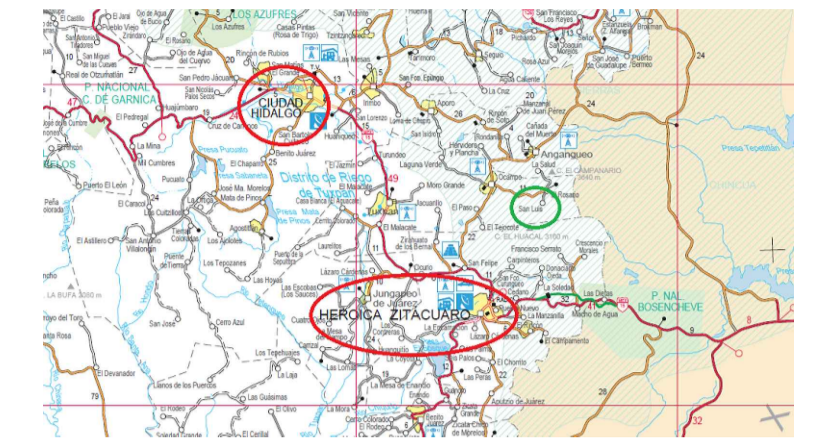
Proyectó:  
Juan Pablo Estrada Domínguez

Escala:  
1:5000

# PLANO 2. PLANEACIÓN



## Macrolocalización



## Microlocalización



## Simbología

- Perímetro de Calles
- Red de alcantarillado
- 2858.75 Elevaciones de pozos de visita
- 60.5m Longitud de calle
- Banderas
- 131 Pozos de vista tipo cabeza interior
- 31 Pozos de vista tipo cabeza exterior
- 100 Pozos comunes

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
INSTALACIÓN DE ALCANTARILLADO Y PLUVIAL

PROYECTO:  
ESTRADA DOMÍNGUEZ JUAN PABLO

DIBUJO:  
ESTRADA DOMÍNGUEZ JUAN PABLO

REVISÓ:  
ROBERTO GARCÍA ACEVEDO

Proyecto:  
Alcantarillado Sanitario para la  
Comunidad Rural de la Manzana  
de San Luis

Plano:  
2/3

Plano:  
Planeación del Sistema  
de Alcantarillado

Unidades:  
Metros

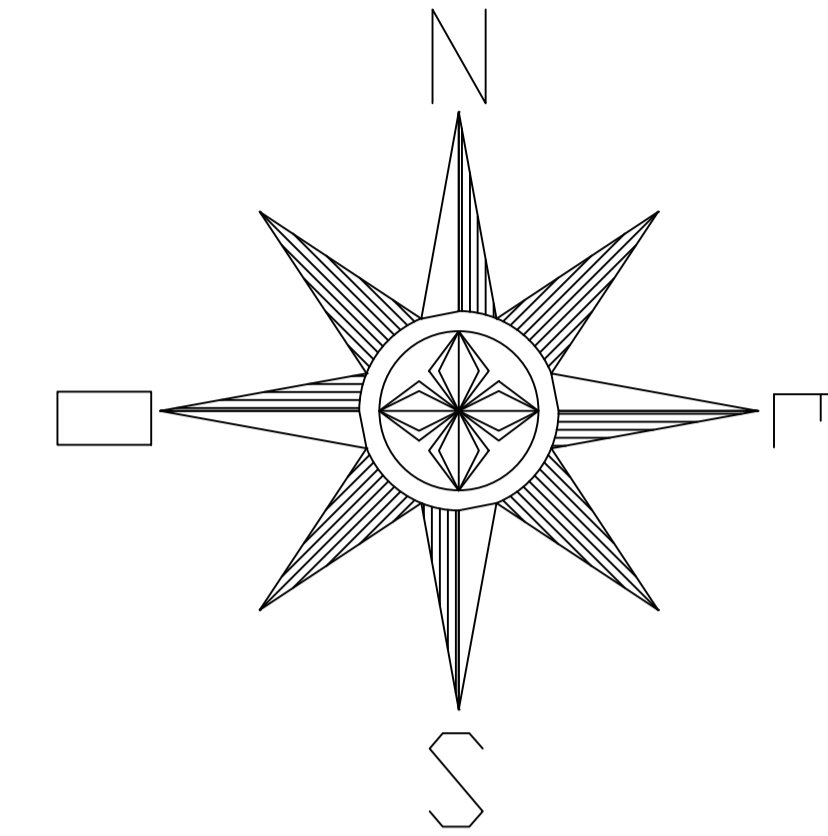
Ubicación:  
Ocampo, Michoacán.

Fecha:  
04/11/20

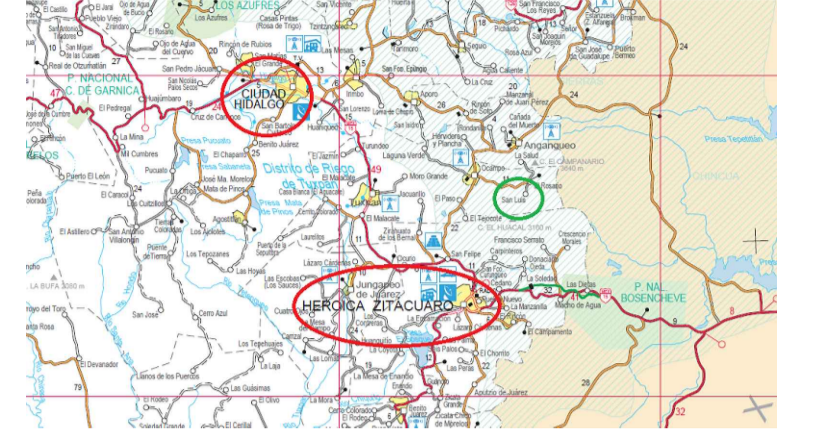
Proyectó:  
Juan Pablo Estrada Domínguez

Escala:  
1:5000

# PLANO 3. GEOMÉTRICO



## Macrolocalización



## Microlocalización



## Simbología

- Emisor
- Colector
- Subcolector
- Red de alcantarillado
- Planta de tratamiento de aguas residuales
- Sitio de vertido
- Pozos de visita común
- Pozo con caída adosada
- Pozo Intermedio
- Longitud de acumulada
- $L=60.5m$
- Banderas
- Pozos de vista tipo cabeza interior
- Pozos de vista tipo cabeza exterior
- Pozos comunes
- $L-S-D$  Longitud-Pendiente-Diámetro

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
INSTALACIÓN DE ALCANTARILLADO Y PLUVIAL

PROYECTO:  
ESTRADA DOMÍNGUEZ JUAN PABLO

DIBUJO:  
ESTRADA DOMÍNGUEZ JUAN PABLO

REVISÓ:  
ROBERTO GARCÍA ACEVEDO

Proyecto:  
Alcantarillado Sanitario para la Comunidad Rural de la Manzana de San Luis

Plano:  
3/3

Plano: Proyecto Geométrico del Sistema de Alcantarillado

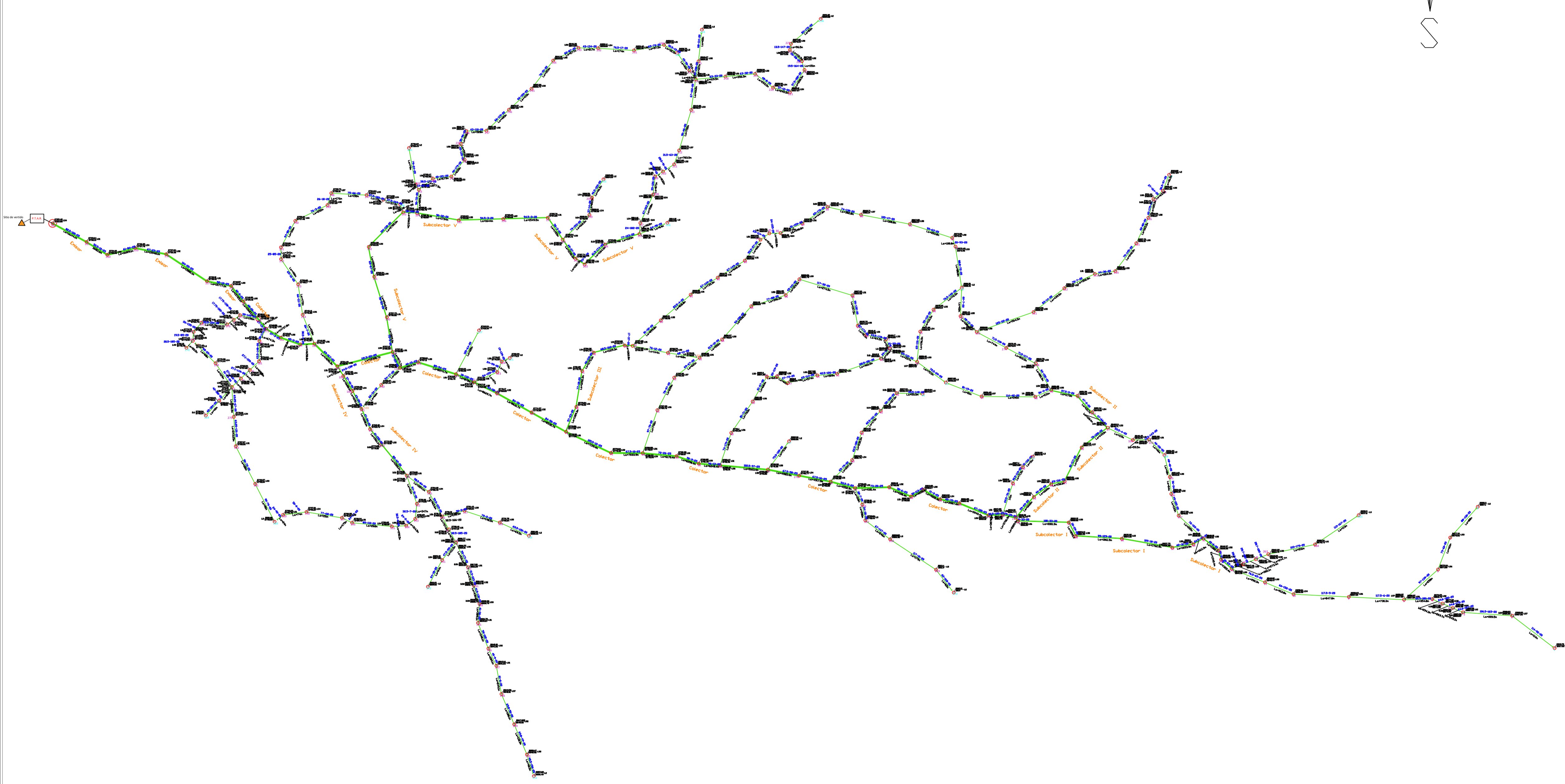
Unidades:  
Metros

Ubicación:  
Ocampo, Michoacán.

Fecha:  
04/11/20

Proyectó:  
Juan Pablo Estrada Domínguez

Escala:  
1:5000



Pozos comunes	243
Pozos con cabeza interior	4
Pozos con cabeza exterior	33
Pozo Intermedios	11
Pozo con caída adosada	40

