



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

Proyecto de alcantarillado sanitario para la población de
Santiago Conguripo, Mpio. de Angamacutiro, Michoacán.

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

PIC. Elidier Hernández Ahedo

ASESOR:

M. EN C. ING. Ricardo Ruíz Chávez

Septiembre 2017
Morelia, Michoacán

Contenido

RESUMEN.....	6
Palabras Clave: Ingeniería, alcantarillado, sanitario, pozo, tubería.	6
ABSTRACT	6
Capítulo 1: Introducción	8
1. Introducción	9
Capítulo 2: Objetivos.....	11
2.1. Objetivo General.....	12
2.2. Objetivos Particulares.....	12
3. Antecedentes	14
3.1.- Marco Físico.....	14
3.2. Clima Predominante.....	14
3.3. Localización.....	14
3.4. Principales ecosistemas y fauna.....	16
3.5. Recursos naturales.....	16
3.6. Características y uso del suelo.....	16
3.7.1. Población en Santiago Conguripo.....	16
3.7.2. Educación escolar en Santiago Conguripo.....	17
3.7.3. Edades de los ciudadanos de Santiago Conguripo.....	17
3.7.4. Estructura social.....	18
3.7.5. Estructura económica.....	18
3.7.6. Actividades económicas.....	18
3.7.7. Actividades sociales.....	19
3.7.8. Eventos religiosos.....	19
3.7.10. Actividades culturales y otros.....	19
Capítulo 4: Estudios Preliminares.....	21
4.1. Infraestructura Existente.....	22
4.2. Calles Pavimentadas.....	24
.....	27
4.3. Cruce de Carreteras.....	28
4.4. Puentes.....	29
4.5. Topografía de la población.....	29
Capítulo 5: Diseño Geométrico	30

5.1. Tipos de tuberías y velocidades asociadas.....	31
5.2. Pozos de visita.	36
5.3. Descargas domiciliarias.....	42
6. Diseño Hidráulico.	44
6.1. Antecedentes diseño hidráulico.	44
6.2.- Determinación de población actual y proyecto, periodo de diseño, vida útil.	46
6.4.- Planeación del sistema de alcantarillado.	56
6.5.- Pozos de visita y componentes del sistema.	58
6.6.- Pendientes y diámetros de la red.	62
6.7.- Revisión hidráulica del diseño definitivo.....	64
6.8.- Planos constructivos.....	70
7. Conclusiones y Recomendaciones.....	72
8. Bibliografía.	75

“No hay secretos para el éxito. Éste se alcanza preparándose, trabajando arduamente y aprendiendo del fracaso.”

-Colín Powell.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado primordialmente a mis padres, Blanca Estela Ahedo Bravo y Eliazar Hernández López, ya que sin su ayuda, apoyo y motivación hoy no estaría aquí y no hubiera logrado lo que he logrado hasta hoy día, gracias por brindarme su apoyo incondicional, en todos los aspectos, a lo largo de mi etapa como estudiante, por siempre estar a mi lado y no dejarme vencer jamás, pero sobre todo ser un ejemplo de vida y superación personal.

A mi papá quien me enseñó esta carrera y hoy puedo llamarlo colega y trabajar junto a él, gracias por ayudarme a que lo que en un principio era solo un sueño y una meta a futuro, hoy sea una realidad.

A mis hermanos Blanca Hernández Ahedo y Bryan Hernández Ahedo, por siempre brindarme su apoyo y creer en mí, gracias. Y les dejo un consejo que espero siempre sigan, *“Pongan una meta fija, crean en ustedes, no dejen que nadie les diga que no pueden y hagan lo que tengan que hacer para cumplirla, paso a paso, poco a poco...”*

A toda mi familia, los cuales también forman parte importante de mi formación, en especial a mis abuelos: Jesús Hernández Zúñiga y Margarita López Peñaloza, así como a Rubén Ahedo Saldaña y Leonor Bravo Rivera, quienes siempre creyeron en mí y les agradezco mucho su apoyo.

A mis amigos de toda la vida, quienes siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas, sacando risas en momentos de tensión, haciendo olvidar un poco el estrés o problemas que se pudieran tener en ese momento y siempre alentando de seguir adelante, a Jaime Soto Medina, Ricardo Díaz Rito, Gonzalo Ramos Rebollo, Christian M. Bautista Villaseñor, Víctor Soto Medina y José Antonio Mosqueda Amador, entre otros que han sido parte importante, gracias por todo.

A mi novia Fernanda Ojeda Arroyo por brindarme su apoyo incondicional, por impulsarme siempre a seguir adelante, por aguantar mis ratos buenos y mis ratos malos, convirtiéndose así parte de este logro.

Y a todas esas personas que creyeron en mí a lo largo de este camino y que sirvieron como motivación para seguir cada día adelante y culminar mis estudios como ingeniero civil.

AGRADECIMIENTOS

A todos los docentes de la facultad de ingeniería civil que me brindaron sus conocimientos y experiencia a lo largo de estos 5 años de formación, dándonos consejos de cómo llevar nuestra etapa como estudiantes y cuál podría ser nuestra etapa como profesionistas, siempre recordándonos ser honestos y de igual manera hacer notar nuestra ética profesional.

A mi asesor por el apoyo brindado en la elaboración de esta tesis, al Ing. Ricardo Ruíz Chávez, el cual siempre conté con su apoyo profesional y personal, dentro y fuera de la facultad.

Y a todo el personal administrativo de la facultad de ingeniería civil que día con día trabajan arduamente para mantener la calidad de nuestra facultad.

RESUMEN

En la ingeniería civil el diseño de una red de alcantarillado sanitario es un claro ejemplo de la aplicación de la misma en el día a día. El alcantarillado sanitario es uno de tantos ejemplos de lo que es una obra civil, ya que su importancia es fundamental hoy en día para la sociedad, el cual está compuesto por tuberías y obras complementarias las cuales ayudan a evacuar de manera fácil, rápida y segura las aguas residuales (domésticas o comerciales) hacia una planta de tratamiento de aguas residuales para su futura disposición.

Un sistema de alcantarillado está integrado por todos ó algunos de los siguientes elementos: atarjeas, subcolectores, colectores, interceptores, emisores, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, descarga final y obras accesorias. El destino final de las aguas residuales podrá ser desde un cuerpo receptor hasta el re-uso dependiendo del tratamiento que se realice y de las condiciones particulares de la zona de estudio.

En la comunidad de Santiago Conguripo, Michoacán, esta red de alcantarillado sanitario es de suma importancia, ya que gran parte de la localidad no cuenta con este tipo de servicio, el cual sabemos es muy importante contar con él, razón por la cual se vio la necesidad de realizar este proyecto en esta localidad.

Palabras Clave: Ingeniería, alcantarillado, sanitario, pozo, tubería.

ABSTRACT

In civil engineering, the design of a sanitary sewer network is a clear example of the application of the same in the day of one day. The sanitary sewer is one of many examples of what is a civil work, since its importance is nowadays for society, which is composed of pipes and works complementary to the aid to help an evacuation in an easy way. Quickly and safely Wastewater (domestic or commercial) to a wastewater treatment plant for future disposal.

A sewage system is composed of all and some of the following elements: sewers, sub collectors, collectors, interceptors, emitters, treatment plants, pumping stations, final discharge, and accessory works. The destination of wastewater can be from a receiver of the body to re-use depending on the treatment that is performed and the conditions of the area of study.

In the community of Santiago Conguripo, Michoacán, this high quality is of great importance and that much of the locality does not have this type of facility, what matters is very important to have in any locality, so it is that It is opted to carry out this Project in this locality.

Capítulo 1: Introducción



1.Introducción

El sistema de alcantarillado sanitario es una necesidad básica para la sociedad, sin embargo, hoy en día aún tenemos localidades o poblaciones que no cuentan con este servicio. En este proyecto abordaremos la problemática para la población de “Santiago Conguripo”, ubicada en el Municipio de Angamacutiro. en el estado de Michoacán.

Santiago Conguripo es una población considerada como ranchería por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), por ende es una población muy pequeña y de bajos recursos, por lo que esta población no cuenta con el sistema de alcantarillado sanitario completo, es decir, se cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario parcial, el poco crecimiento que ha tenido la población a lo largo de los años ha ocasionado que a pesar de ser poco su incremento poblacional estos asentamientos nuevos por así decirlo no cuenten con sistema de alcantarillado sanitario.

En el año 2010 el último censo realizado por el INEGI, se contaba con 900 habitantes en la comunidad, en el presente año 2017 se cuenta con aproximadamente 1,200 habitantes, por lo que comparando estos números podemos decir se ha tenido un crecimiento de la población del 25% aproximadamente, en los últimos 7 años, lo cual de igual manera nos dice que más gente cada año puede quedar fuera de tener este sistema de alcantarillado, lo cual es un problema que se le debe buscar solución próximamente, para así poder brindarles una mejor calidad de vida a los habitantes de esta localidad.

Para este proyecto se recurrió a información oficial, tal como lo es el INEGI, de este Instituto se derivaron aspectos como topografía, población, servicios existentes, etc. Esta información resulta ser útil para fines de elaboración de un anteproyecto como para este fin. Si bien es cierto, se requirió la elaboración de trabajos de campo los cuales fueron realizadas por el suscrito, se efectuaron recorridos en la población con la finalidad de verificar físicamente las zonas donde no se cuenta con este servicio, se tomaron fotografías recientes de la población,

para fines de esta tesis, también se tomó información disponible por parte de dependencias estatales y municipales.

Un anteproyecto es un proyecto muy próximo a la realidad, actualmente gracias al apoyo de las tecnologías que se han desarrollado, nos permite obtener muy buena resolución en la información generada, tal es el caso de las imágenes satelitales.

Para el mejor entendimiento de este proyecto se anexaron planos del sistema de alcantarillado propuesto para la población, planos constructivos de igual manera para conocer la red de alcantarillado, así como las profundidades, longitudes, pozos de visita, numeraciones, etc.

Finalmente, con este proyecto se pretende darle un buen manejo a las aguas residuales de la población, conduciéndola hacia un punto para su tratamiento y así evitar una posible contaminación de las aguas freáticas.

Capítulo 2: Objetivos



2. Objetivos.

2.1. Objetivo General.

Que el sistema de alcantarillado sanitario que se va a proponer sea adecuado a las necesidades de la población de “Santiago Conguripo”, y en un futuro próximo este trabajo que se va a proyectar pueda ser utilizado para hacerlo físicamente.

2.2. Objetivos Particulares.

Los objetivos particulares son los siguientes:

- 1.- Revisar y completar el sistema de alcantarillado existente en el municipio de Santiago Conguripo, municipio de Angamacutiro, Michoacán.
- 2.- Proyectar las condiciones sanitarias adecuadas para la población, para así evitar infecciones a corto y largo plazo.
- 3.- Tener una red de alcantarillado sanitario completa y segura, así como desalojar las aguas residuales de las viviendas y/o comercios existentes en la misma, hacia una zona donde en un futuro pueda ser tratada y aprovechada para diferentes usos, tales como la agricultura y porque no doméstica.
- 4.- De acuerdo con la topografía del sitio, proponer y proyectar, la red de alcantarillado más conveniente para la población.
- 5.- Elaborar los planos necesarios para su futura correcta ejecución de los trabajos a realizar para la construcción de la red de alcantarillado.

Capítulo 3: Antecedentes



3. Antecedentes

3.1.- Marco Físico.

Santiago Conguripo es una población perteneciente al municipio de Angamacutiro, en el estado de Michoacán de Ocampo, limita al norte con el Estado de Guanajuato, al este con José Sixto Verduzco y Puruándiro, al sur con Panindícuaro y al oeste con Penjamillo, en 2010 contaba con 900 habitantes. La localidad se encuentra a una altitud de 1693 M.S.N.M. (Metros sobre Nivel del mar).

3.2. Clima Predominante.

Clima templado con lluvias en verano, presenta temperaturas que oscilan de 1° C a 37.8°C.

3.3. Localización.

Coordenadas:

Longitud: -101.70583333 Oeste

Latitud: 20.18805556 Norte

Macro localización: A continuación, en la siguiente figura podemos observar la macro localización de la población de Santiago Conguripo municipio de Angamacutiro, Michoacán.



Figura 3.1 Macro localización de la población de Santiago Conguripo.
Fuente: Inafed 2011

Micro Localización: A continuación, en la siguiente figura se muestra la micro localización de la población de Santiago Conguripo municipio de Angamacutiro, Michoacán.

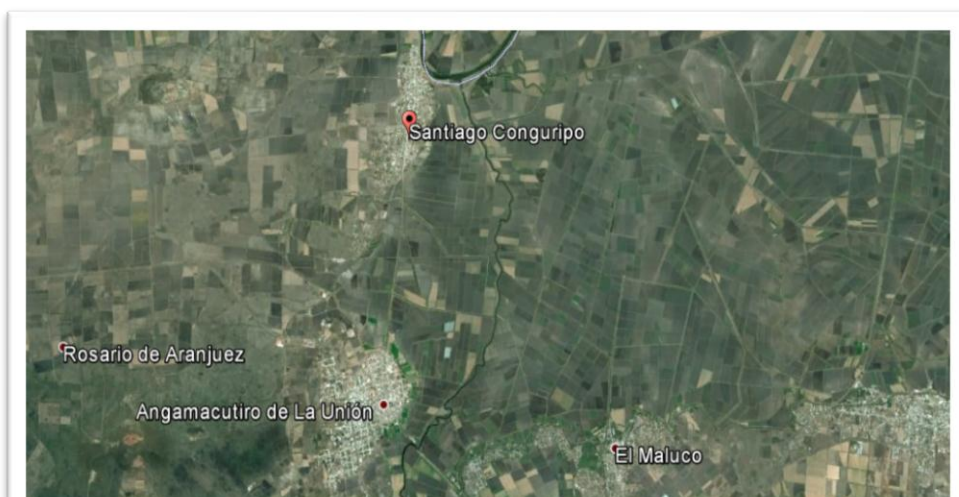


Figura 3.2 Micro localización de la población de Santiago Conguripo (parte superior de la figura).
Fuente: Google Earth

3.4. Principales ecosistemas y fauna.

En la localidad domina la pradera, con: nopal, pastizal, huisache y matorrales diversos. Su fauna principalmente, conejo, ardilla, cacomiztle, zorrillo, tejón, tórtola y pato.

3.5. Recursos naturales.

La superficie forestal de maderable es ocupada por encino, en el caso de la no maderable, por arbustos de distintas especies.

3.6. Características y uso del suelo.

Los suelos de la localidad datan de los periodos cenozoico y plioceno. Su uso es primordialmente agrícola (maíz, sorgo, trigo, fresa y garbanzo) y en menor proporción ganadero y forestal. Uso del suelo; Vegetación Agricultura (67.10%) y Zona urbana (1.02%) Selva (19.98%), Pastizal (4.31%) y Matorral (1.10%)

3.7. Memoria descriptiva de la población.

3.7.1. Población en Santiago Conguripo.

La población total de Santiago Conguripo en el 2010 era de 900 personas. En la localidad hay 427 hombres y 473 mujeres. La relación mujeres/hombres es de 1.129.

Cabe señalar que esta comunidad en su mayoría es gente emigrante a los Estados Unidos de Norteamérica, por lo que en los tiempos que se realizaron los

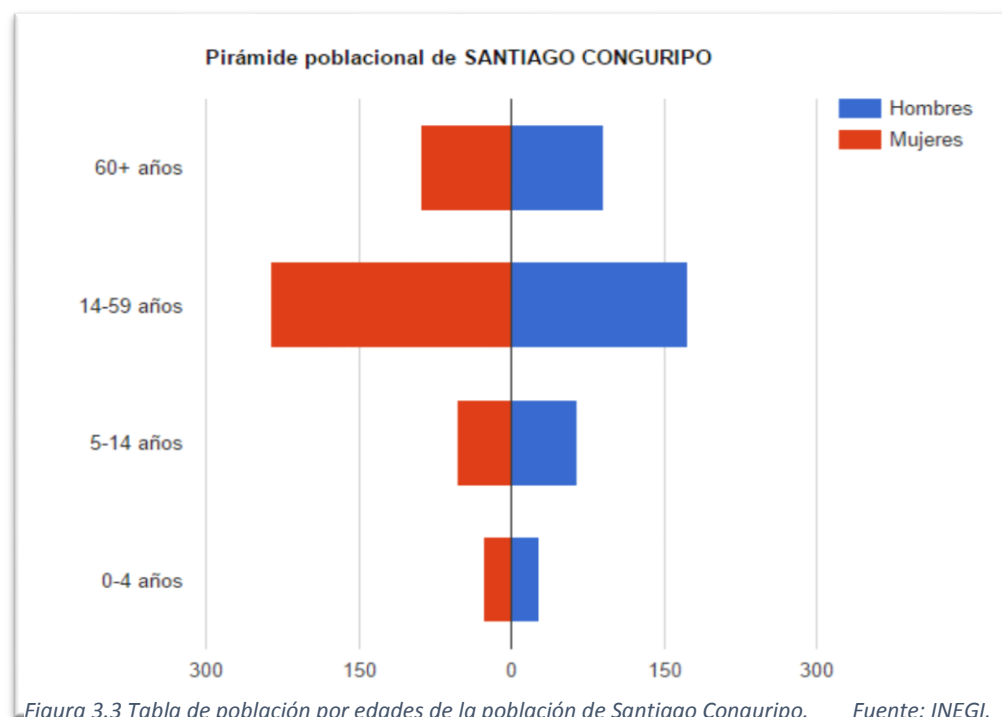
censos de población, la mayor parte de la población se encontraban fuera, razón por la cual el índice poblacional es muy bajo.

3.7.2. Educación escolar en Santiago Conguripo.

El porcentaje de analfabetismo entre los adultos es del 8.52% (9.07% en los hombres y 8.03% en las mujeres) y el grado de escolaridad es de 5.54% (5.45% en hombres y 5.62% en mujeres).

3.7.3. Edades de los ciudadanos de Santiago Conguripo.

A continuación, se muestra una pirámide poblacional de las edades de la población para darnos una idea no solamente la cantidad de habitantes sino también sus edades.



3.7.4. Estructura social.

Derecho a atención médica por el seguro social, tienen 72 habitantes de Santiago Conguripo.

Se tiene solo una clínica pública la cual no está en servicio los 7 días a la semana, pero se cuenta con 1 clínica privada y 2 consultorios privados atendidas por doctores de otras poblaciones cercanas.

3.7.5. Estructura económica.

En Santiago hay un total de 198 hogares.

De estas 198 viviendas, 16 tienen piso de tierra y otras más consisten de una sola habitación.

198 de todas las viviendas tienen instalaciones sanitarias, 190 son conectadas al servicio público, 198 tienen acceso a la luz eléctrica.

La estructura económica permite a 4 viviendas tener una computadora, a 112 tener una lavadora y 176 tienen una televisión.

3.7.6. Actividades económicas.

La principal actividad económica para esta localidad es la producción de ganado porcino y la agricultura produciendo maíz, sorgo, fresa, garbanzo y trigo.

- *Artesanías:*

Textiles en algodón como manteles bordados en punto de cruz. Talabartería, especialmente guaraches.

- *Gastronomía:*

La comida típica es el mole de guajolote y chile en molcajete.

3.7.7. Actividades sociales.

Fiestas patronales o Feria del pueblo

Se festeja Santo Santiago del 23 al 25 de Julio. “La danza de las muchachas”, banda en la plaza kiosco, quema de castillo, venta de antojitos de la región, baile, y las muchachas que tiran fruta es algo tradicional el día de Santo Santiago.

3.7.8. Eventos religiosos.

Misa, Novenario, Procesiones, Mañanitas, Rosario y Danza. Fiesta patronal de Santo Santiago y la virgen del Rosario.

3.7.9. Eventos deportivos.

Torneo de Baloncesto, torneo de Fútbol, torneo de Voleibol y torneo de Béisbol.

3.7.10. Actividades culturales y otros.

Bailes, Cabalgatas, Coronación de la Reina del pueblo, Jaripeo, Charreadas, Quema de fuegos pirotécnicos, Juegos Mecánicos, Antojitos Mexicanos, Antojitos típicos del pueblo, Puestos de Vendimia, Quema de castillo.

A continuación, en las siguientes figuras se muestran el templo y la plaza principal de la población de Santiago Conguripo.



Figura 3.4 Templo de Santiago Conguripo

Fuente: Travel México



Figura 3.5 Plaza Municipal de Santiago Conguripo.

Fuente: Travel México.

Capítulo 4: Estudios Preliminares



4.- Estudios Preliminares.

4.1. Infraestructura Existente.

La infraestructura hidráulica existente en la población de Santiago Conguripo, es la red de agua potable que abastece a la población, la cual por cierto no abastece las 24 horas del día, se aplica el sistema de tandeo para dar agua a toda la población, es decir que llega ciertos días de la semana a ciertas horas del día solamente (martes, jueves y sábado (12 p.m. – 4 p.m.)), el agua que se utiliza en la población es extraída de dos pozos profundos ubicados en la población. No cuenta con el tratamiento adecuado para el agua potable, se utiliza directamente de los pozos profundos.

La red de agua potable consiste en un conjunto de tuberías y conexiones especiales subterráneas que transportan el agua potable, así como sus respectivas ramificaciones para cada propiedad de la población.

En cuanto a la red de alcantarillado sanitario se tiene cobertura de un 90% de la población, solamente un 10% de la población carece de este servicio, la ubicación de esta población que no cuenta con dicho servicio está ubicado al sur- este de la población.

A continuación, en las siguientes figuras podemos observar el pozo profundo #1 y el tanque elevado #1, los cuales se encuentran en la entrada a la población, sobre la carretera federal.



Figura 4.1 Pozo profundo.



Figura 4.2 Tanque elevado.

A continuación, en las siguientes figuras podemos observar el tanque elevado #2 y el pozo profundo #2. El tanque elevado se encuentra cerca del cementerio de la población, mientras que el pozo profundo se encuentra a espaldas del mismo



Figura 4.3 Tanque elevado.

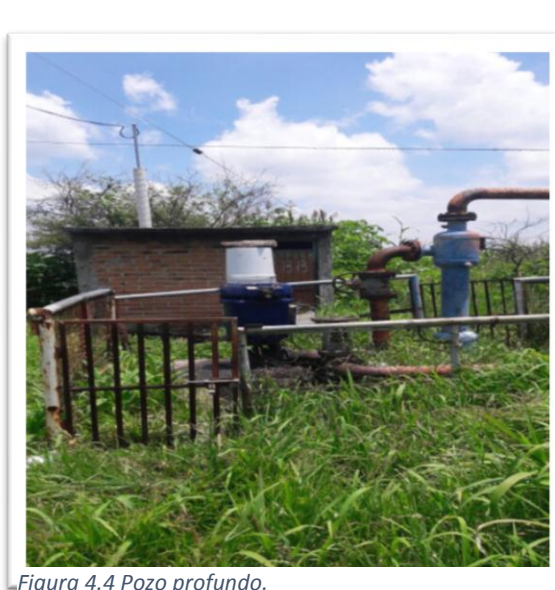


Figura 4.4 Pozo profundo.

entre las tierras.

4.2. Calles Pavimentadas.

La población tiene poco más de 20 calles sin pavimentar, distribuidas en las orillas de la misma, las cuales poco a poco se ha buscado disminuir e ir pavimentando esas calles.

En las zonas pobladas recientemente por así decirlo, es donde se presenta esta problemática (calles sin pavimentar). De acuerdo al gobierno en turno, este año se han pavimentado 2 calles de esta población, por lo que se espera que con el paso de los años este número de calles sin pavimentar disminuya de manera considerable, para así mejorar la calidad de vida de las familias que aquí viven.

Ya que también el pavimentar más calles en esta población le da otra vista para la gente que visita a la población año con año visitando a sus familiares que aún residen en esta población.

A continuación, se muestran algunas fotografías de las calles sin pavimentar en la población de Santiago Conguripo, así como una vista satelital de la población, se espera esta problemática reduzca con el paso de los años.



Figura 4.5 Ubicaciones ejemplo de calles sin pavimentación.

Fuente: Bing Maps 2017

Los lugares
señalados con
las flechas en
color rojo,
representan
algunas calles
que no están
pavimentadas en
la población.

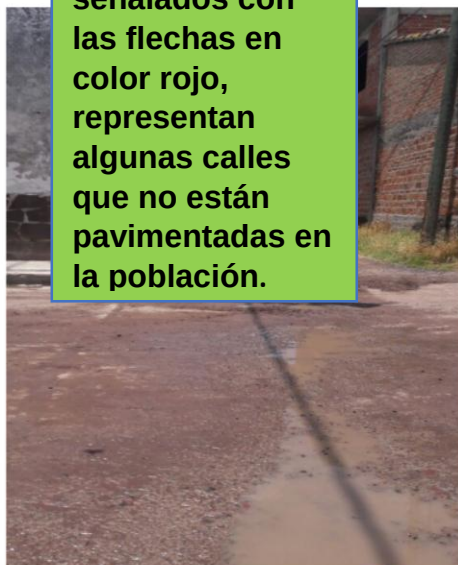


Figura 4.6 Calle sin pavimentar cerca del centro.



Figura 4.7 Calle sin pavimentar cerca de la secundaria.



Figura 4.8 Calle sin pavimentar, en una orilla.



Figura 4.9 Calle sin pavimentar cerca de la calle mostrada en la figura 4.8.

4.3. Cruce de Carreteras.

En esta población se tiene un cruce de carretera ya que esta población se encuentra cerca del río Lerma y del lado norte del río se encuentra el estado de Guanajuato, para ser más puntual la población de “El Mármol”, es por eso que la carretera federal cruza en un principio a la población de Santiago Conguripo.

A continuación, se muestra una figura donde podemos observar la carretera federal y a si vez casas en los dos lados de la misma.



Figura 4.10 Cruce de carretera federal, tomada en la entrada a la población.

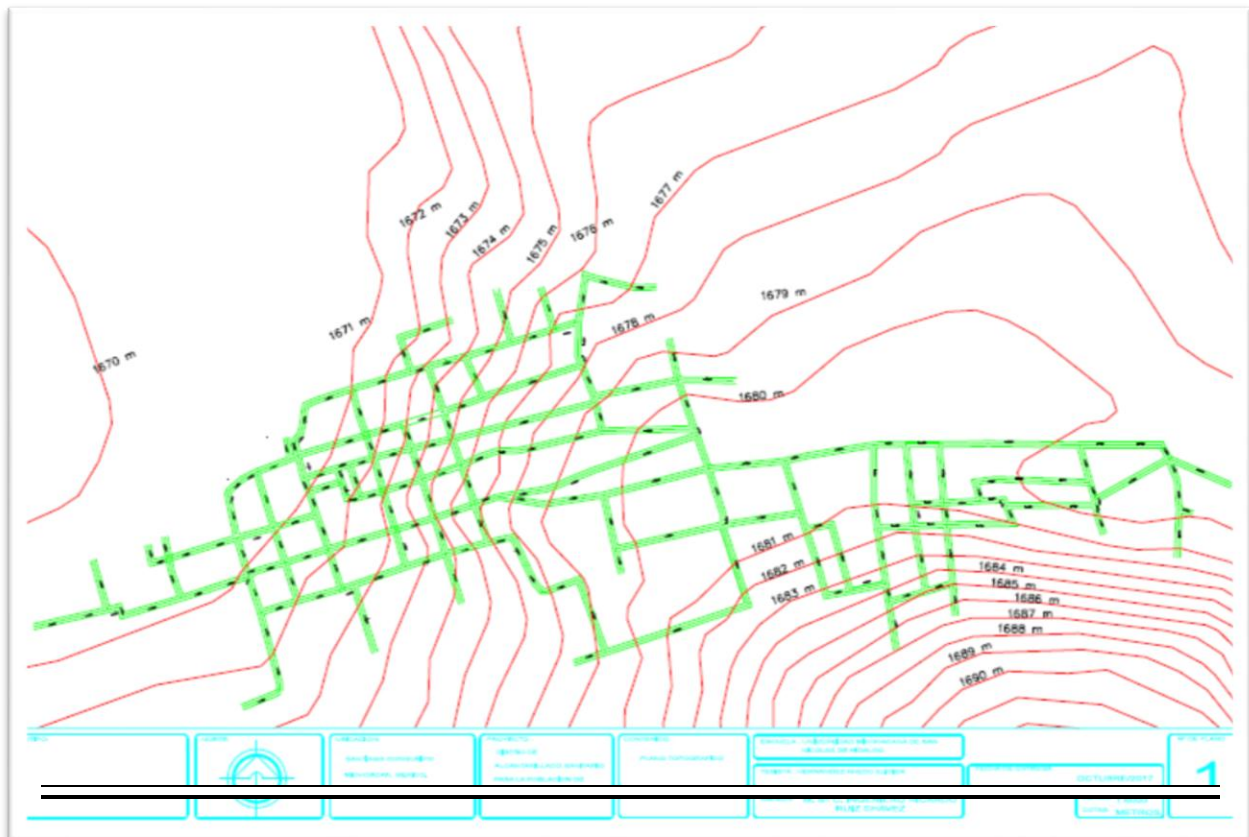
4.4. Puentes.

En la población de Santiago Conguripo no se encuentra ningún tipo de puente.

4.5. Topografía de la población.

Santiago Conguripo cuenta con una topografía privilegiada, ya que de la cota 1690 a la cota 1669, dentro de la población se cuenta con un desnivel de 21.00 mts, lo cual es un dato importante para el proyecto a realizar.

A continuación, se muestra una vista del plano topográfico realizado para este proyecto, los datos para poder realizarlo fueron obtenidos del INEGI.



Capítulo 5: Diseño Geométrico



5. Diseño Geométrico.

5.1. Tipos de tuberías y velocidades asociadas.

La tubería de alcantarillado se compone de tubos y conexiones acoplados mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales.

En la selección del material de la tubería de alcantarillado, intervienen diversas características tales como: resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción, características de los suelos y agua, economía, facilidad de manejo, colocación e instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación.

Las tuberías para alcantarillado sanitario se fabrican de diversos materiales, tales como:

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

En los sistemas de alcantarillado sanitario a presión se pueden utilizar diversos tipos de tuberías para conducción de agua potable, siempre y cuando reúnan las características para conducir aguas residuales.

Las velocidades mínimas que se considera es aquella con la cual no se presentan depósitos de sólidos suspendidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3 m/s, considerando el gasto mínimo y su tirante correspondiente.

La velocidad máxima es el límite superior de diseño, será de 3 m/s, 5 m/s y 7 m/s en casos especiales, con el cual se trata de evita la erosión de las paredes de los conductos y estructuras.

A continuación, se muestra una tabla con los valores de velocidades máximas y mínimas de acuerdo al material de la tubería.

Tabla 5.1 1 Velocidades máximas y mínimas en relación con el material de la tubería.

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

Fuente: MAPAS

Fuente: MAPAS.

Pendientes:

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

Para el caso de pendientes pronunciadas, donde no se pueda seguir la pendiente del terreno, será necesario hacer escalonamientos en el perfil de la línea de drenaje, utilizando para este caso tuberías que no sean afectadas por el sulfuro de

hidrogeno que se produce en las caídas libres, gas toxico que aumenta los malos olores de las aguas residuales, propiciando la contaminación ambiental.

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

En los casos especiales en donde las pendientes del terreno sean muy fuertes, es conveniente que para el diseño se consideren tuberías de materiales que soporten velocidades altas y se debe hacer un estudio técnico económico de tal forma que se pueda tener sólo en casos extraordinarios y en tramos cortos velocidades de hasta 8 m/s.

A continuación, se muestran ejemplos de los cálculos obtenidos con este diseño, con la finalidad de mostrar más claro lo que se pretende realizar.

Tabla 5.2 Ejemplo de pendientes de los pozos del proyecto.

INFORMACIÓN DE POZOS			
Pozo (núm.)	C.T.N.	P.P.	C.P.
	(m)	(m)	(m)
1	1681.52	1.20	1680.32
2	1679.99	1.50	1678.49
3	1679.86	1.52	1678.34
4	1679.78	1.65	1678.13
4a	1679.78	1.30	1678.48
5	1679.75	1.70	1678.05
6	1679.96	2.13	1677.83
7	1679.98	2.38	1677.61
8	1680.02	2.69	1677.33
9	1680.18	3.06	1677.12
10	1680.54	3.86	1676.68
11	1680.65	4.14	1676.51
12	1680.63	4.31	1676.32
13	1680.50	4.53	1675.97

14		1680.45		4.60	1675.85
15		1680.41		4.76	1675.65
TRAMOS					
Tramo		Longitud(m)	C.P.1 (m)	C.P.2(m)	Pendiente (milésima)
1-	2	87	1680.321	1678.494	21
2-	3	52	1678.494	1678.338	3
3-	4	41	1678.338	1678.133	5
4-	5	28	1678.133	1678.049	3
5-	6	74	1678.049	1677.827	3
6-	7	74	1677.827	1677.605	3
7-	8	91	1677.605	1677.332	3

8-	9	71	1677.332	1677.119	3
9-	10	87	1677.119	1676.684	5
10-	11	59	1676.684	1676.507	3
11-	12	63	1676.507	1676.318	3
12-	13	117	1676.318	1675.967	3
13-	14	38	1675.967	1675.853	3
14-	15	68	1675.853	1675.649	3
15-	16	68	1675.649	1675.445	3

Diámetros:

Diámetro mínimo.

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

Diámetro máximo.

Está en función de varios factores, entre los que destacan: el gasto máximo extraordinario de diseño, las características topográficas y de mecánica de suelos de cada localidad en particular, el tipo de material de la tubería y los diámetros comerciales disponibles en el mercado.

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

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.

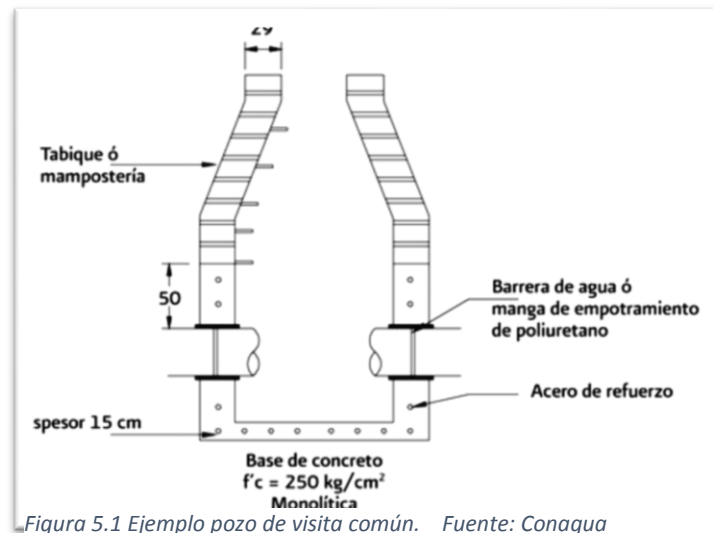
Los pozos de visita son fabricados en el sitio de la obra o bien prefabricados, los tipos de pozos se clasifican en:

- I. Pozo de visita común.
- II. Pozo con caída libre.
- III. Pozo con caída adosada.

I. Pozo de visita común.

Están formados por una chimenea de forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, y son utilizados hasta 800 mm. Todos los pozos de visita comunes deben asentarse sobre una plantilla de material base compactada al 95% PROCTOR con espesor mínimo de 10 cm. En terrenos suaves esta plantilla se construye de concreto armado. En cualquier caso, la media caña y las banquetas del pozo pueden ser aplanadas con mortero o con el mismo material del pozo.

El acceso a la superficie se protege con un brocal con tapa de hierro fundido, concreto, polietileno u otros materiales de acuerdo a la carga exterior de la vialidad.



II. Pozo con caída libre y caída adosada.

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.

III. Pozo con caída libre.

Se permiten caídas de hasta 0.50 m (50 cm) dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.

A continuación, se muestra un ejemplo de un pozo de visita con caída libre.

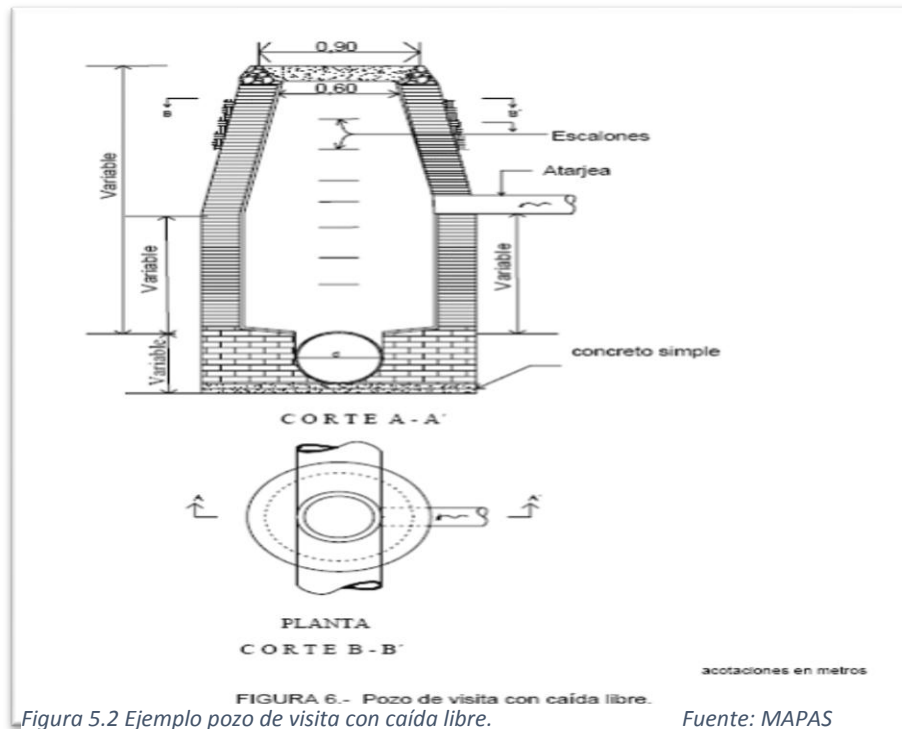


Figura 5.2 Ejemplo pozo de visita con caída libre.

Fuente: MAPAS

IV. Pozo con caída adosada.

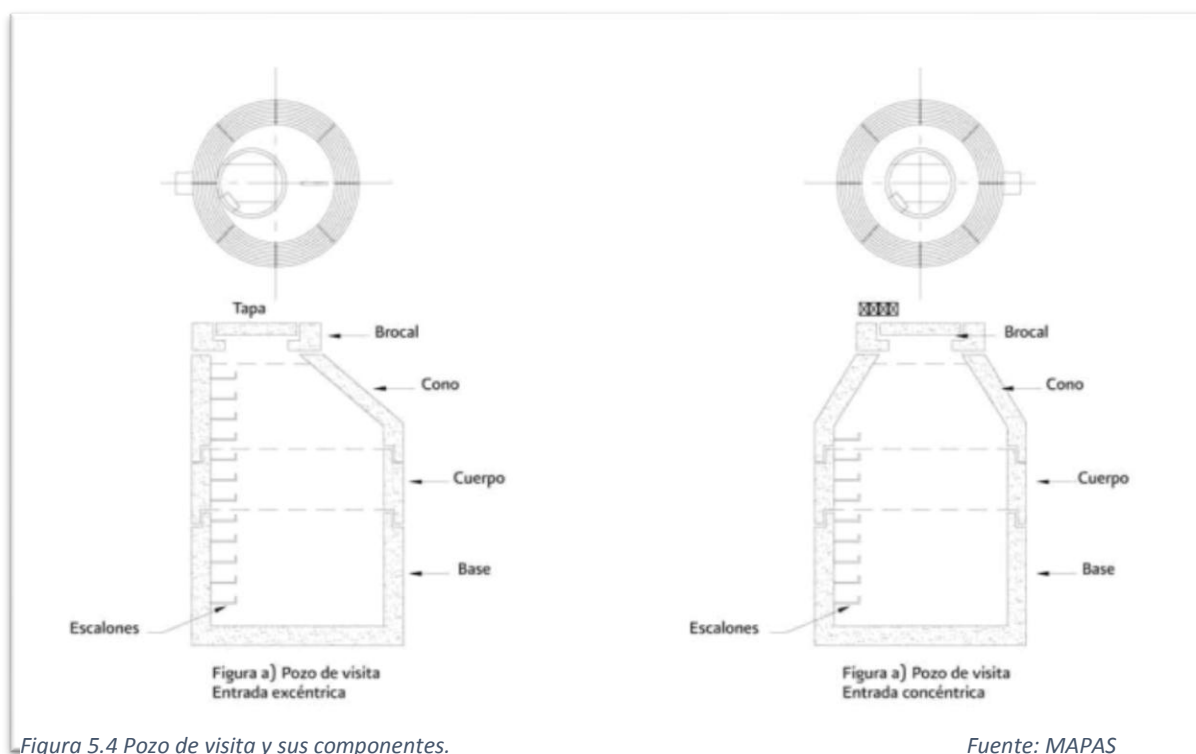
Son pozos de visita comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 m (20 – 25 cm) de diámetro con un desnivel de hasta 2.00 m.

A continuación, se muestra un ejemplo de un pozo de visita con caída adosada.



*Figura 5.3 Ejemplo de pozo de visita con caída adosada.
Fuente: Hidráulica*

Los componentes esenciales de un pozo de visita son:



Significado:

Base, que incluye campanas de salida de tubería, espigas de entrada de tubería, medias cañas y banquetas.

Cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones.

Cono de acceso (concéntrico o excéntrico).

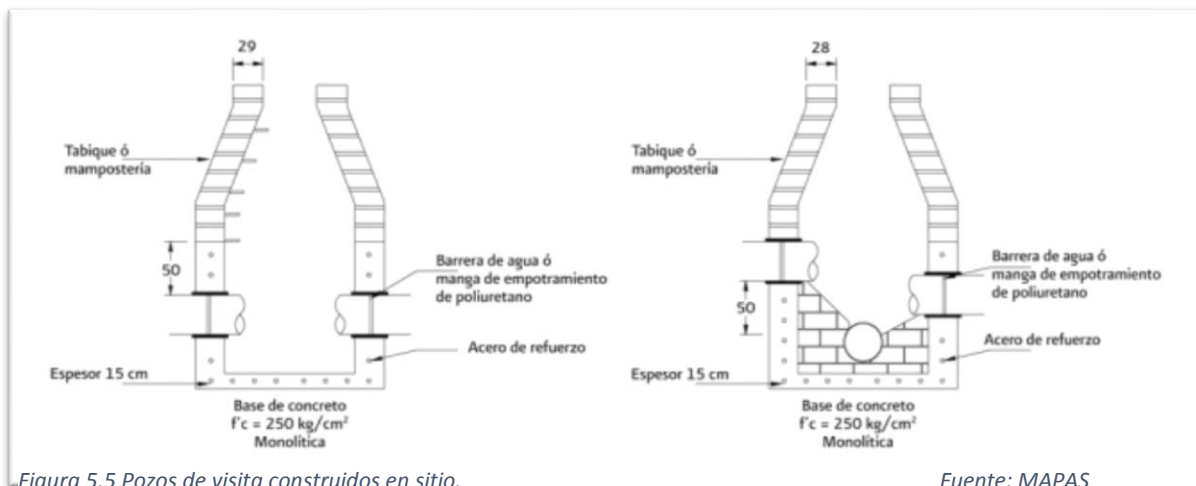
Brocal.

Tapa.

V. Pozos construidos en sitio.

Los pozos que se construyen en el lugar de la obra comúnmente utilizan tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Cuando se usa tabique de concreto o ladrillo, el espesor mínimo debe de ser de 28 cm a cualquier profundidad.

A continuación, tenemos un ejemplo de un pozo de visita construido en sitio.



Las

Tabla 5.3 Profundidades mínimas de acuerdo al tipo de pozo.

Tipo de pozo	Profundidad mínima
Común	1.50
Cabeza de atarjea interior	1.30
Cabeza de atarjea exterior	1.20

Fuente: MAPAS

profundidades máximas de cada pozo son las siguientes:

5.3. Descargas domiciliarias.

La descarga domiciliaria o “albañal exterior”, es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, del registro domiciliario a la atarjea. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo el mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales, la conexión entre el albañal y atarjea debe ser hermética y la tubería de interconexión debe de tener una pendiente mínima de 1%.

En caso de que el diámetro del albañal sea de 10 cm, se debe considerar una pendiente del 2%. Se debe garantizar que la conexión del albañal a la atarjea sea hermética.

Tipos de conexiones domiciliarias según el tipo de material:

1. En tubería de concreto, tipo Yee o Silleta.
2. En tubería de fibrocemento.
3. En tubería de poli (cloruro de vinilo PVC), tipo silleta clic o silleta cementar 90°.
4. En tubería de polietileno de alta densidad, tipo Yee, Yee doble, bota de inserción y silleta.
5. Descargas domiciliarias conectadas a diferentes materiales.

Capítulo 6: Diseño Hidráulico



6. Diseño Hidráulico.

6.1. Antecedentes diseño hidráulico.

Los siguientes datos del capítulo 6 son recopilación del Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario (CONAGUA, 2009).

En alcantarillado, generalmente se presenta 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:

$$Q=VA$$

Donde:

Q, es el gasto en m³/s

V, es la velocidad en m/s

A, es el área transversal del flujo en m²

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

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

Donde:

V, es la velocidad en m/s

Rh, es el radio hidráulico en m

S, es la pendiente del gradiente hidráulico de la tubería adimensional

N, es el coeficiente de fricción

El radio hidráulico se calcula con la siguiente formula:

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

Donde:

Rh, es el radio hidráulico en m

A, es el área transversal del flujo en m²

Pm, es perímetro mojado en m

En la Figura: 6.1, se presenta las relaciones hidráulicas y geométricas para el cálculo de la red de alcantarillado usando secciones circulares.

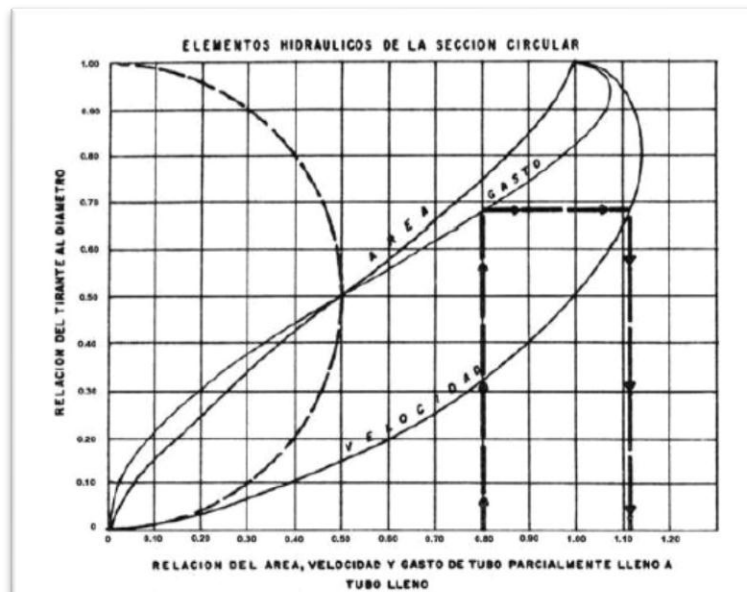


Figura 6. 1 Relación del área, velocidad, gasto de tubo parcialmente lleno a tubo lleno.

(UNAM, 1988)

El coeficiente de fricción n , 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 Tabla: 3, se dan los valores de n para ser usados en la fórmula de Manning.

Tabla 6.1 Coeficiente de fricción de Manning de acuerdo al material utilizado.

Material	$n(\text{Manning})$
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 solida	0.009
polietileno corrugado/estructurado	0.012
PVC pared solida	0.009
PVC pared corrugada/estructurado	0.009
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	0.009

Fuente: MAPAS

6.2.- Determinación de población actual y proyecto, periodo de diseño, vida útil.

Población actual.

La población actual se refiere a datos censales que proporciona el Instituto Nacional de Estadística, Geometría e Informática (INEGI), esta información se valida con la que resulta del número de contratos de servicios y la densidad de población. Es necesario auxiliarse de visitas de reconocimiento en la población.

A continuación, en Tabla: 6.2, se muestran los datos censales fuente de INEGI y conteo de la población “Santiago Conguripo”.

Tabla 6.2 Censos realizados por el INEGI, hasta el año 2010.

AÑO	TIPO	TOTAL HAB.	HOMBRES	MUJERES
1900	Censo	868	347	521
1910	Censo	1110	552	558
1921	Censo	1097	515	582
1930	Censo	1183	557	626
1940	Censo	1084	527	557
1950	Censo	1500	774	726
1960	Censo	1308	646	662
1970	Censo	1425	-	-
1980	Censo	1261	605	656
1990	Censo	1474	672	802
1995	Conteo	1175	569	606
2000	Censo	1016	452	564
2005	Conteo	775	364	411
2010	Censo	900	427	473

Fuente: INEGI

Población proyecto.

La población proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema alcantarillado, se considera un periodo de 20 años de vida útil, empezando por el año 2017 hasta el 2037.

Para obtener la población para el año 2037 (considerando periodo de diseño de 20 años), se aplicará la predicción de población según el apartado de la norma técnica NT-011-CNA-2001 y los dos últimos datos de los censos de la Tabla: 4

De acuerdo con la (CONAGUA, NT-011-CNA-2001, Métodos de proyección de población, 2001), se tiene el caso C-1 en la clasificación de métodos. En este caso se caracteriza con ausencia de proyección del CONAPO, pero hay censos y acceso a datos de organismos locales (INEGI), se considera que en el periodo del proyecto permanecerá la misma estructura socioeconómica. Siguiendo la NT-011-CNA-2001 se calcula primero la tasa de crecimiento entre los dos últimos que consta de conteo y censo, de los años 2010 y 2017, de la Tabla:

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

Donde:

Pi: población que existe al iniciar el periodo de tiempo “i” (hab)

Pi+n: Población que habrá “n” periodos después del tiempo “i” (hab)

Tc: Tasa de crecimiento promedio entre par de periodos consecutivos (%)

Considerando los dos últimos datos de la Tabla: y sustituyendo en la formula tenemos por resultado un 3.0%, de tasa de crecimiento

$$TC\% = \left[\left(\frac{1110}{900} \right)^{1/7-1} - 1 \right] * 100 = 3.0\%$$

La proyección de la población se realizará para periodos de 5 años (n), se utilizará la misma tasa de crecimiento de 3.0% de acuerdo a las recomendaciones de la NT-011-CNA-2001 ya que no se cuentan con datos de la CONAPO. Con esta tasa de crecimiento la población proyecto se calcula por la ecuación mostrada. La población estimada para el periodo (2017-2037) se presenta en la tabla siguiente:

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

Donde:

P_i: población iniciar “i” (hab)

P_{i+n}: Población que habrá “n” periodos después del tiempo “i” (hab)

T_c: Tasa de crecimiento promedio entre par de periodos (adimensional)

Tabla 6.3 Poblaciones proyecto.

Calcular población proyecto al 2017				
P ₂₀₁₇ =	1109.6	=	1110	habitantes
Calcular población proyecto al 2037				
P ₂₀₃₇ =	2018.8	=	2019	habitantes

La población estimada para el final de la vida útil de la red de alcantarillado resultado de la población proyecto es de 2019 habitantes.

La estimación de población proyecto es aceptable dado que sus referencias y datos están validados por el INEGI.

6.3.- Determinación de gastos de diseño.

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

- 1) Gasto medio
- 2) Gasto mínimo
- 3) Gasto máximo instantáneo
- 4) Gasto máximo extraordinario

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

Gasto medio.

El 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 residuales en cada tramo de la red,

Se calcula con:

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

Donde:

Qmed es el gasto medio de aguas residuales en l/s.

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

P es la Población, en número de habitantes.

86400 son el número de Segundos en un día.

Para localidades con zonas industriales, comerciales y publicas que aportan al sistema de alcantarillado volúmenes considerables, se debe obtener el porcentaje de aportación para cada una de estas zonas, independientemente de las habitacionales.

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

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

Donde:

Qmed.- Es el gasto medio de aguas residuales en l/s.

Ap.- Es la Aportación en litros por metro cuadrado al día o litros por hectárea al día.

A.- Es el área de la zona industrial, comercial o pública.

86400.- Son el número de Segundos en un día.

Gasto mínimo.

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

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

El gasto mínimo corresponde a la descarga de un excusado de 6 litros, dando un gasto de 1.0 lt/seg. Este será el gasto mínimo al inicio de una atarjea.

Donde:

Q_{min} Es gasto mínimo

Q_{med} Es gasto medio

Gasto máximo instantáneo.

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Su valor, es producto de multiplicar el gasto medio de aguas residuales por un coeficiente M, que en el caso de la zona habitacional es el coeficiente de Harmon.

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

En el caso de zonas habitacionales el coeficiente de Harmon (M), está dado por la siguiente formula:

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

Donde:

P es la población servida acumulada hasta el punto final (aguas abajo) del tramo de tubería considerada, en miles de habitantes.

Este coeficiente de variación máxima instantánea se aplica considerando que:

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 100,000 habitantes, el coeficiente M se considera constante e igual a 2.0, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.

El coeficiente M en zonas industriales, comerciales o publicas presenta otra ley de variación. Siempre que sea posible, debe hacerse un aforo del caudal de agua residual en las tuberías existentes para determinar sus variaciones reales. De no disponer de esta información, el coeficiente M podrá ser de 1.5 en zonas comerciales e industriales.

Gasto máximo extraordinario.

El 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.

La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario resulta:

$$Q_{\text{Max ext}} = CS Q_{\text{Max inst}}$$

Donde:

QMax ext = Gasto máximo extraordinario, en l/s.

CS = Coeficiente de seguridad adaptado.

QMax inst.= Gasto máximo instantáneo

En el caso de aportaciones normales el coeficiente Cs será de 1.0; para condiciones diferentes, este Cs puede definirse mayor a 1 y como máximo 1.5 bajo aprobación de la autoridad local del agua y dependiendo de las condiciones particulares de la localidad.

A continuación, se mostraran los gastos (Q) obtenidos para este diseño:

CONSUMO:	Doméstico	
Para obtener el consumo por (l/hab/día), se utilizó la tabla 5.3 donde el clima para la población es templado.		

Esta tabla es utilizada para que de forma estadística nos pueda dar los consumos domésticos, per cápita, con ayuda de la siguiente tabla:

Tabla 6.4 Consumos domésticos per cápita.

Tabla 5.3. Consumos domésticos per cápita (ref. 3)

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

NOTAS:

Para los casos de climas semifrío se consideran los mismos valores que para el clima templado
El clima se selecciona en función de la temperatura media anual (Tabla 5.4.)

Fuente: MAPAS

Esta tabla fue llenada estadísticamente para obtener los porcentajes de cada clase socioeconómica.

Tabla 6.5 Tabla de porcentaje de población por clase socioeconómica.

Clima: Templado	
CLASE SOCIOECONOMICA	PORCENTAJE DE LA POBLACIÓN
Residencial	10%
Popular	20%
Media	70%

Fuente: CONAGUA

A continuación, se presenta la dotación, la cual se sacó en base al tipo de clima y a los porcentajes dados cada clase socioeconómica.

Se calcula multiplicando el valor de cada clase (Tabla de consumos domésticos), por el porcentaje (%) dado a cada clase en la tabla anterior y así vez multiplicado por la población proyecto (2019 habitantes), para así finalmente dividirlo entre la misma población proyecto.

Dotación₂₀₃₇	197
--------------------------------	------------

Teniendo todos estos datos ahora si podemos calcular los diferentes tipos de gastos, los cuales sus fórmulas fueron puestas anteriormente, y sus resultados son los siguientes:

Tabla 6.6 Calculo de gastos de proyecto.

CALCULO GASTO MEDIO		
$Q_{med} =$	3.44	lt/seg
$Q_{mín} =$	1.72	lt/seg
$Q_{máx.inst.} =$	4.44	lt/seg
$Q_{máx.ext.} =$	6.66	lt/seg

Por último, se muestra el resultado del coeficiente de Harmon, también calculado con la formula puesta anteriormente, así como el coeficiente de seguridad, donde el resultado es el siguiente:

Tabla 6.7 Coef. De Harmon y Coef. De seguridad.

Calcular Coef. De Harmon	
$\mu =$	1.3
Coeficiente de Seguridad CS	
CS=	1.5

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 las que 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 en que se incrementa 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.

La red se inicia con la descarga domiciliaria o albañal, a partir del paramento exterior de las edificaciones. El diámetro del albañal en la mayoría de los casos es de 15 cm, siendo este el mínimo recomendable, sin embargo, esta dimensión puede variar en función de las disposiciones de las autoridades locales.

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%.

A continuación, se tiene las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectado las aportaciones de los albañales. 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.

Tabla 6.8 Separación máxima entre pozos de visita.

Separación Máxima entre pozos de visita	
Diámetro, en m	Separación, en m
0.20-.076	125-135
0.90-1.22	175-190

Fuente: MAPAS

El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle y de la ubicación de los frentes de los lotes. (CONAGUA, Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario, 2009).

Se propone un trazo en peine, este se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empieza su desarrollo en una cabeza de atarjea. Descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro. 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.

6.5.- Pozos de visita y componentes del sistema.

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 son fabricados en el sitio de la obra o bien prefabricados, los tipos de pozos se clasifican en:

- ✓ Pozo de visita común.

✓ Pozo con caída libre.

Están formados por una chimenea de forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, y son utilizados hasta 800 mm. Todos los pozos de visita comunes deben asentarse sobre una plantilla de material base compactada al 95% PROCTOR con espesor mínimo de 10 cm. En terrenos suaves esta plantilla se construye de concreto armado. En cualquier caso, la media caña y las banquetas del pozo pueden ser aplanadas con mortero o con el mismo material del pozo. El acceso a la superficie se protege con un brocal con tapa de fierro fundido, concreto, polietileno u otros materiales de acuerdo a la carga exterior de la vialidad.

A continuación, se mostrara un ejemplo de un pozo de visita común:

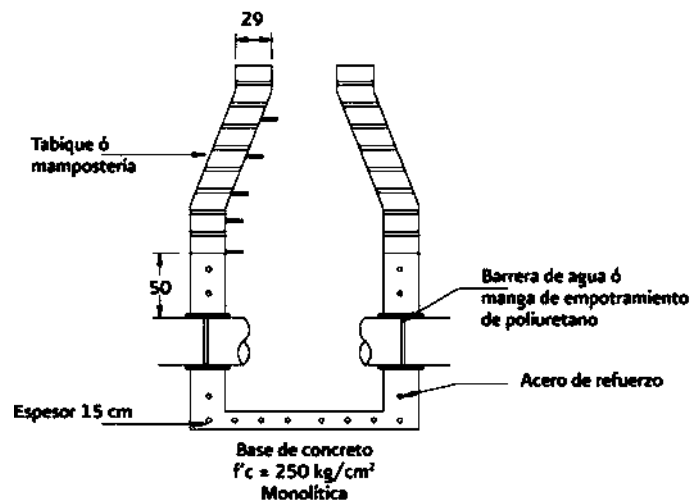


Figura 6.2 Pozo de visita común.

Fuente: MAPAS

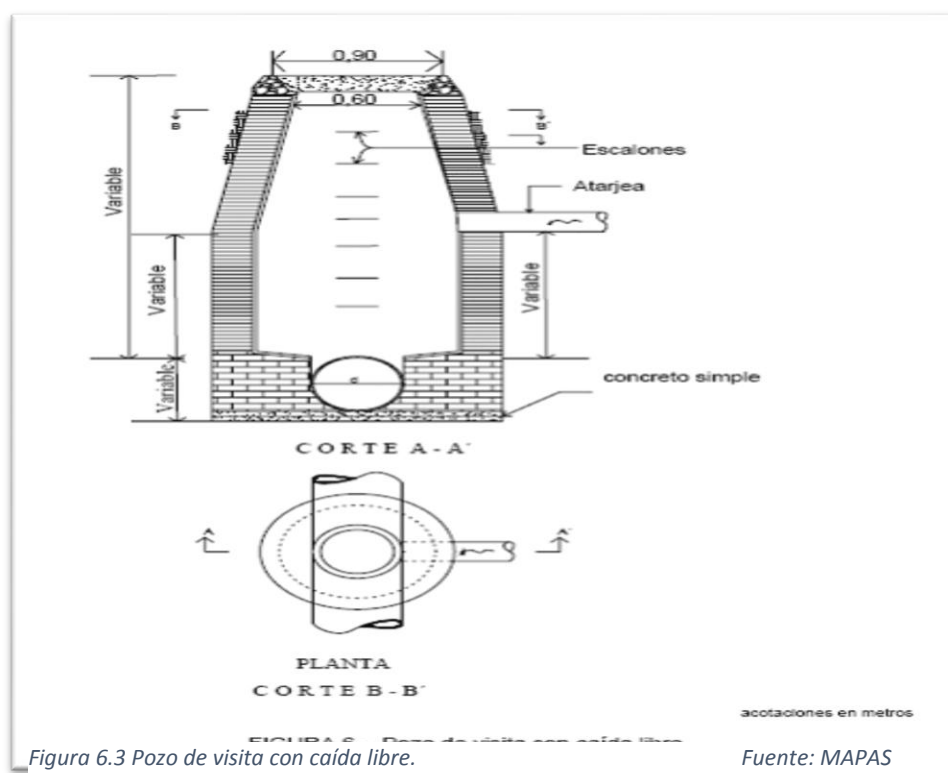
Pozo con caída libre y caída adosada.

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.

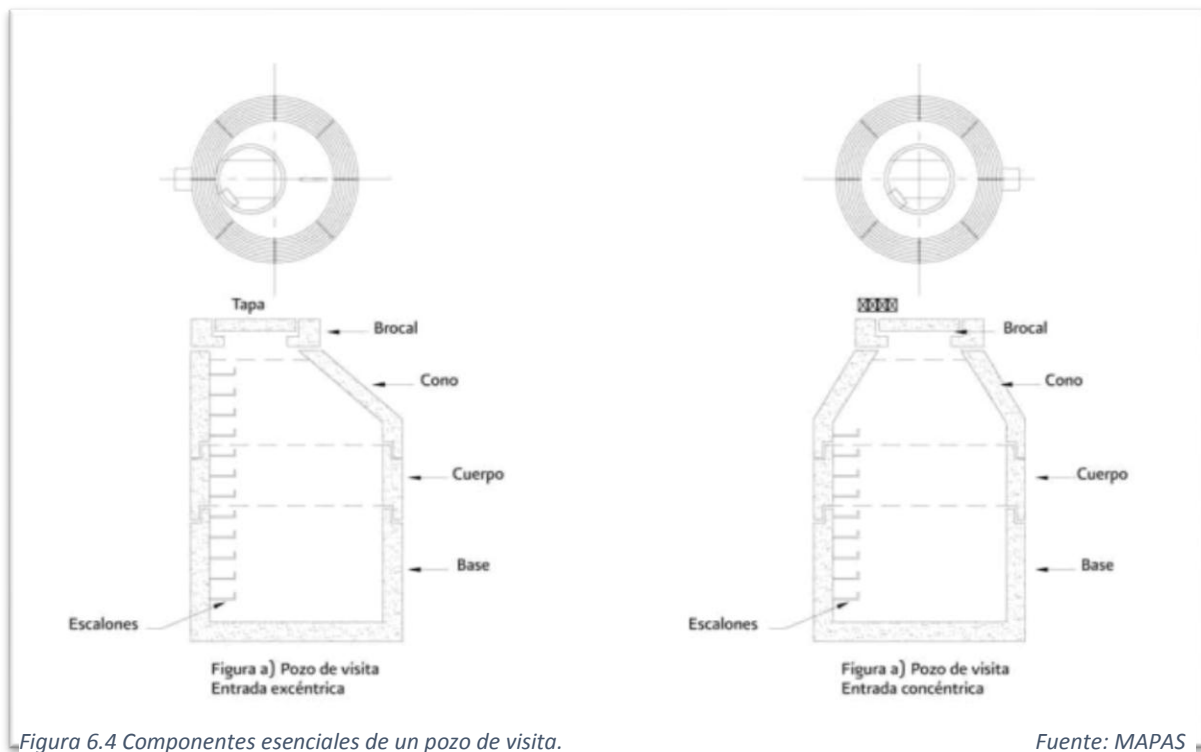
Pozo con caída libre.

Se permiten caídas de hasta 0.50 m (50 cm) dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.

A continuación, se muestra una figura de un pozo de visita con caída libre.



Los componentes esenciales de un pozo de visita son:



Significado:

Base, que incluye campanas de salida de tubería, espigas de entrada de tubería, medias cañas y banquetta.

Cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones.

Cono de acceso (concéntrico o excéntrico).

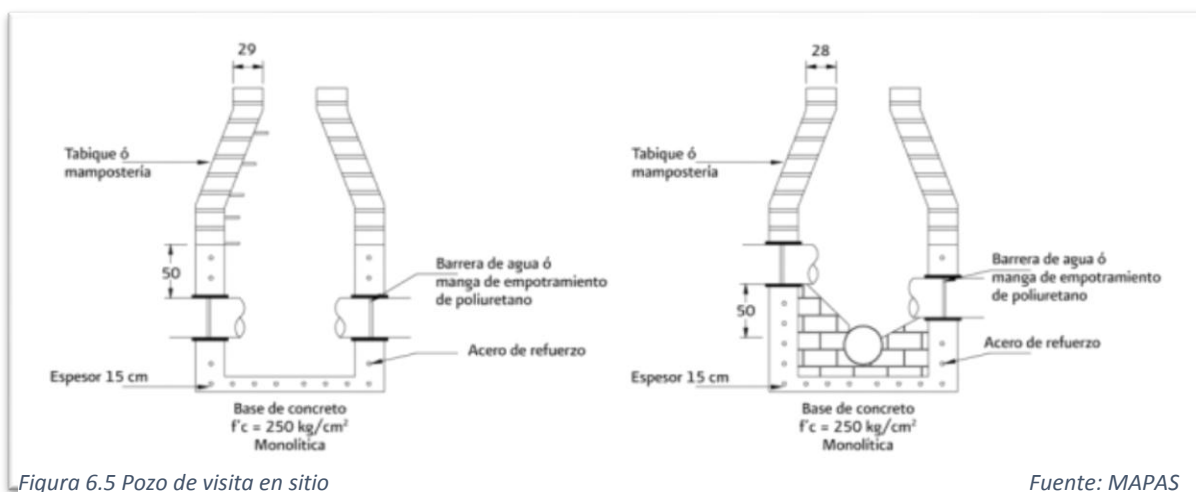
Brocal.

Tapa.

Pozos construidos en sitio.

Los pozos que se construyen en el lugar de la obra comúnmente utilizan tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Cuando se usa tabique de concreto o ladrillo, el espesor mínimo debe de ser de 28 cm a cualquier profundidad.

La figura siguiente muestra un ejemplo de un pozo de visita construido en sitio.



6.6.- Pendientes y diámetros de la red.

Las pendientes y diámetros de la red deben cumplir con los parámetros ya mencionados en subcapítulos anteriores.

Los diámetros propuestos para red de atarjeas serán como mínimo de 20 cm (8 in), los diámetros para subcolectores se propondrán igual para las atarjeas y en cuantos colectores y emisor el diámetro propuesto será de 25 cm.

Estos diámetros serán puestos a revisión hidráulica y cumplan con los parámetros de diseño.

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

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

(S)Pendiente=Cota de plantilla mayor-Cota de plantilla menor/ Longitud del tramo

Para después calcular la nueva diferencia de cotas de plantilla o desnivel (Hajust) esta resulta ser:

$$\textbf{Hajust=Longitud del tramo*(S) Pendiente}$$

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

$$\textbf{Nueva cota de plantilla del pozo final=CPPF ajust= cota del pozo inicial-Hajust}$$

$$\textbf{Nueva profundidad del pozo final= cota de elevación del pozo fina- CPPF ajust}$$

Esta nueva profundidad del pozo final deberá cumplir con especificación mínima de profundidad para cada tipo de pozo, mostrada en la tabla siguiente:

Tabla 6.9 Profundidades mínimas de pozos de visita.

Tipo de pozo	Profundidad mínima
Común	1.50
Cabeza de atarjea interior	1.30
Cabeza de atarjea exterior	1.20

Fuente: MAPAS

6.7.- Revisión hidráulica del diseño definitivo.

Para la revisión hidráulica se proponer utilizar una tabla bastante simple y funcional dando en ella parámetros mínimos y máximos para las diferentes condiciones de los tramos y la red en general, extraída de (Apuntes de Alcantarillado Sanitario y Pluvial).

Se propone de manera tabular **la columna 1**, que representa al número de pozo de visita asignado desde el diseño geométrico, y que es de donde inicia el análisis hidráulico por tramos de la red de sub colectores, colectores y emisor (cualquiera que aplique de los anteriores).

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

Las columnas 3 ,4 y 5 se refieren 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 longitudes que tributan (si fuese el caso) en el pozo de visita. Nótese que las

longitudes se plasman en el pozo en el cual llega el 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 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 al entero. Una manera de cuadrar resultados es que, al finalizar la columna, esta deberá coincidir con la población de proyecto. Si no es así, se advierte algún error de análisis de tramos. **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 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 al entero. Una manera de cuadrar resultados es que, al finalizar la columna, esta 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 litro/ segundo. Así, **la columna 7** corresponderá al gasto medio en el tramo, obtenido con la formula ya mencionada en capítulos anteriores. 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 debe 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 corresponderán a los datos geométricos por tramo de estudio, plasmados como **L-S- Φ** ; 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.

Las columnas 13, 14, 15 y 16 corresponden al funcionamiento hidráulico del tramo, se esta manera, las columnas 13 y 14 se refieren a las condiciones de tubo lleno, asumiendo que este se encuentra al 100% de su capacidad hidráulica. Para continuar el análisis hidráulico de la red, se usará un método básico y elemental, es aplicar los monogramas de Manning, los cuales permiten determinar las diferentes variables hidráulicas necesarias para la revisión.

Se define como nomograma al instrumento grafico de cálculo, consiste de 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.

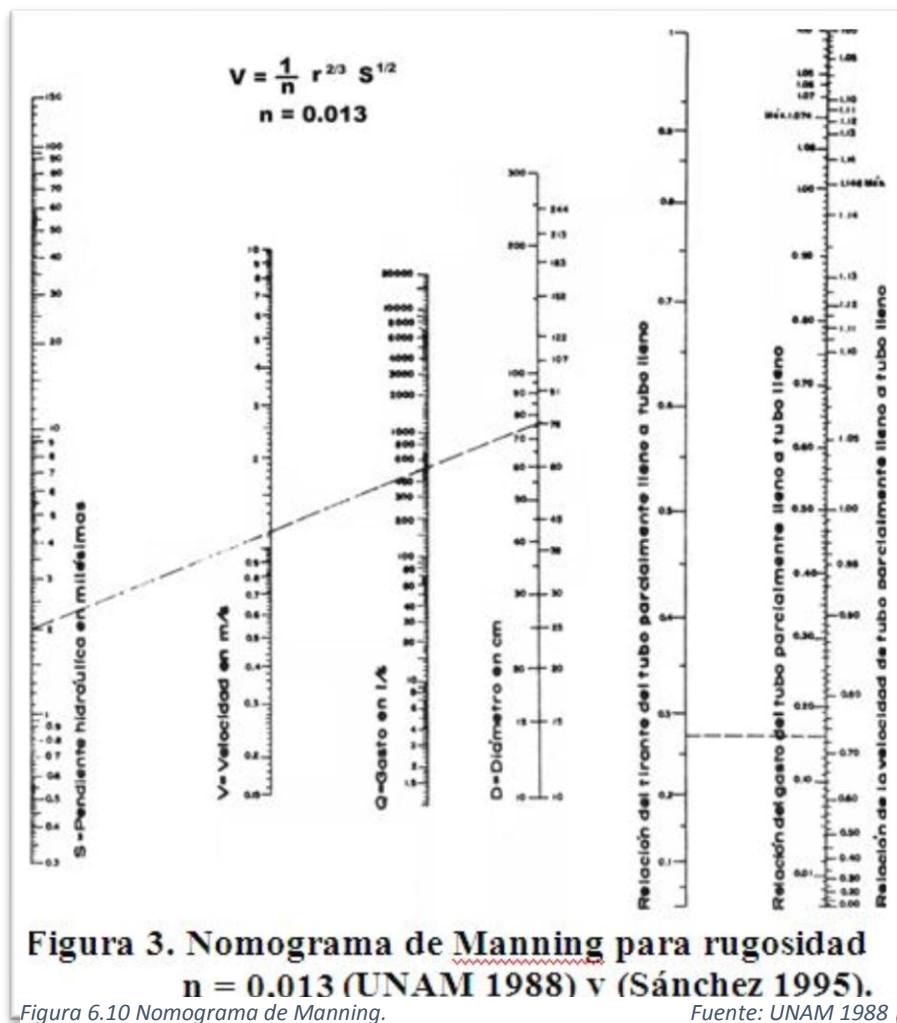


Figura 6.10 Nomograma de Manning.

Fuente: UNAM 1988

El nomograma anterior es tomado solo como ejemplo, con el fin de mostrar que tipo de monograma fue utilizado para realizar los cálculos de este proyecto, nosotros hicimos los cálculos con el nomograma de Manning para rugosidad $n = 0.009$, el cual es usado para el PVC.

Las columnas 15 y 16 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 cumpla la velocidad mínima en el sistema de alcantarillado, así como la máxima permisible; y que estas velocidades no comprometan su funcionamiento, ya sea por

cuestiones de obturación por acumulación de sedimentos, o bien por erosión y/o socavación por exceso de velocidad.

Relación a Q min: $Q_{min}/Q_{lleno}=RQ_{min}$, que corresponde a la **Columna 17**

Relación a Qmáx Ext: $Q_{máx\ ext}/Q_{lleno}=RQ_{máx\ ext}$, que corresponde a la **Columna 18**.

Con las relaciones de gasto para ambas condiciones (mínimas y máximas extraordinarias); se deberá de 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 las condiciones de lectura establecidas.

Entonces, la velocidad efectiva a gasto mínimo (**columna 15**) resulta de multiplicar la relación de velocidad a gasto mínimo ($RV_{mín}$) 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 ($RV_{máx\ ext}$) por la velocidad a tubo lleno (**columna 14**). En este caso deberá cuidar que las velocidades tanto mínima como máxima estén dentro de los parámetros ya mencionados.

En el caso de las **columnas 19 y 20** referentes a los tirantes que se presentaran con las condiciones establecidas de gasto, que procederá de la misma manera que las columnas anteriores, utilizando las relaciones de tirante a determinadas en el nomograma.

Por lo que el tirante a gasto mínimo (**columna 19**) resultara de multiplicar la relación de tirante a gasto mínimo ($RT_{mín}$) por el diámetro del tubo propuesto (**columna 12**). De igual manera, para el caso del tirante a gasto máximo (**columna 20**) resultara de multiplicar la relación de tirante a gasto máximo ($RT_{máx ext}$) por el diámetro propuesto (**columna 12**).

En este caso deberá de 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.

A continuación, se muestra a manera de ejemplo más claro de lo hablado anteriormente al respecto de la tabla de revisión hidráulica, donde expresamos la forma de calcular cada columna de la tabla.

constructivos
atarjeas,
emisores se
adecuada no
1:20000,
pozos de
terreno y
tramos de
longitudinal,
diámetro. Se
simbología,
obra
al plano, los
notas y
localización.

Tabla 6.10. Ejemplo de la revisión hidráulica del proyecto

POZO	TRAMO	LONGITUDES			POBLACIÓN SERVIDA A (Acum ulada) (hab)	GASTOS DE AGUAS NEGRAS				FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO						TIRANTE		%	Relación de gastos a gasto mínimo	Relación de gastos a gasto máximo	Relación de gasto mínimo a velocidad a gasto máximo	Relación de gasto máximo a velocidad a gasto mínimo	Relación de tirante a gasto mínimo	Relación de tirante a gasto máximo	
		Propia del tramo	Tributaria en el crucero	Tramo para el Acumulada		Medio (l/s)	Mínimo (l/s)	Máximo Instantáneo (l/s)	Extraordin ario (l/s)	Tubo lleno	Velocidad ad (m/s)	Velocidad Efectiva a Gasto Mínimo (m/s)	Máximo Gasto (m/s)	A gasto mínimo (cm)	A gasto máximo o (cm)										
		Apor tación =	147.75	Densid ad =	0.1442	SUBCOLECTOR 1																			
12			2419																						
	12-13'	117	492	3028	437	0.75	1.5	2.989	4.484	3	20	27	0.82	0.451	0.5412	3	4.6	0.23	0.056	0.1661	0.55	0.66	0.15	0.23	
	13-14'	38		3066	442	0.76	1.5	3.024	4.537	3	20	26	0.81	0.4374	0.4536	3.2	4.6	0.23	0.058	0.1745	0.54	0.56	0.16	0.23	
	14-15'	68	97	3231	466	0.80	1.5	3.178	4.768	3	20	26	0.81	0.4374	0.5508	3.2	4.8	0.24	0.058	0.1834	0.54	0.68	0.16	0.24	
	15-16'	68		3299	476	0.81	1.5	3.241	4.862	3	20	26	0.81	0.4374	0.5508	3.2	4.8	0.24	0.058	0.1870	0.54	0.68	0.16	0.24	
	16-17'	63	105	3467	500	0.85	1.5	3.397	5.096	3	20	26	0.81	0.4374	0.567	3.2	5	0.25	0.058	0.1960	0.54	0.7	0.16	0.25	
	17-18'	13		3480	502	0.86	1.5	3.409	5.114	3	20	26	0.81	0.4374	0.567	3.2	5	0.25	0.058	0.1967	0.54	0.7	0.16	0.25	

6.8.- Planos constructivos.

Los planos de la red de colectores y harán a escala mayor de indicando en los visita las cotas del plantilla; en los tubería pendiente y incluirá la las cantidades de correspondientes datos de proyecto, croquis de

Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones.



7. Conclusiones y Recomendaciones.

Como se puede observar en este trabajo de tesis se proyectó una posible solución de alcantarillado sanitario a las zonas que actualmente carecen de él, en la localidad de Santiago Conguripo, Municipio de Angamacutiro, Michoacán.

Con este servicio se pretende beneficiar a aproximadamente a 2000 habitantes.

Con el diseño de la red de alcantarillado para la población de “Santiago Conguripo”, se logra cumplir con el objetivo principal del tema, es decir, se presenta el diseño a nivel de proyecto, mismo que servirá para que las autoridades municipales gestionen los recursos económicos necesarios, para la ejecución de la obra en comento, siendo indispensable para la población, ya que con este trabajo se buscó crear conciencia de la importancia de que todos los habitantes de la población cuenten con este servicio, el cual es fundamental para tener una buena calidad de vida y que su salud no se vea afectada por no contar con dicho servicio que es primordial para toda la sociedad.

Al ejecutar la obra, se resolverán los problemas de saneamiento de la población, siempre y cuando se construya la planta de tratamiento que fue propuesta también de igual manera en este proyecto, ya que es fundamental y de suma importancia contar con ella en cualquier lugar; de lo contrario el problema se transferirá al sitio de la descarga del emisor.

Así también se vio con el desarrollo de esta tesis la importancia de implementar programas de desarrollo urbano, dado que se presentan zonas en las cuales los niveles o cotas de plantilla de zanjas y pozos de visita existentes, se encuentran por debajo del nivel freático, lo cual ocasiona que haya problemas de construcción y de mantenimiento.

Tocará a las autoridades municipales realizar las gestiones necesarias para la construcción de la planta de tratamiento de agua residual; y en cuanto al tratamiento es recomendable un sistema a base de *“Humedales Artificiales”*. Esto se dedujo debido a la disponibilidad de espacio en la zona del emisor; además de que este tipo de sistemas de tratamiento, resultan ser económicos y sustentables para pequeñas poblaciones, siendo entonces una opción factible técnica y económicamente, teniendo estas recomendaciones se busca que las autoridades competentes hagan algo al respecto para así tener un funcionamiento redondo del proyecto y sirva en su totalidad y la población crezca en este aspecto.

En el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se cuidó aspectos de velocidades y tirantes; esto con la finalidad de garantizar la operación adecuada del sistema, tal como se mostró en las tablas de revisión hidráulica.

La realización del presente trabajo de tesis nos permite sugerir las siguientes recomendaciones:

- Antes de proceder al diseño, se debe de contar necesariamente con la información de topografía e hidrogeología de la zona donde se realizará el proyecto.
- Tener en cuenta siempre que al trabajar con tubería de PVC esta debe ser tratada con mucho cuidado ya que son susceptibles a los golpes, así como a la exposición prolongada de los rayos solares por ser sensibles deteriorando la resistencia del material.
- No es recomendable utilizar en estos tiempos el tubo de albañal de concreto.

En la elaboración de este trabajo, ha resultado gratificante para un servidor, ya que es una meta que se planteó y se cumplió, para aportar como profesionista y cubrir una de las necesidades que la población requiere, ya que es una población a la cual conozco desde toda mi vida y sería muy gratificante ver crecer y ver que un trabajo que hice con la finalidad de ayudarla se tome en cuenta y pronto se realice.

De la misma manera se reforzaron los conocimientos en hidráulica adquiridos durante la carrera de Ingeniería Civil, en especial los referentes al tema de esta tesis.

Capítulo 8: Bibliografía



8. Bibliografía.

CONAGUA. (2001). *NT-011-CNA-2001, Métodos de proyección de población*.

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

CONEVAL. (2013). *Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social*. Obtenido de <http://www.coneval.org.mx>

DENUE. (Agosto de 2016). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/default.aspx>

Inafed. (2016). *Enciclopedia de los Municipios*. Obtenido de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16096a.html>

Inafed. (Agosto de 2016). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*. Obtenido de <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16096a.html>

INEGI. (2009). *Portuario de información geográfica municipal de los estados unidos Mexicanos*. Santiago Conguripo, Michoacán, México.

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

Rosario Castro, R. P. (2009). Saneamiento rural y salud. En *Tecnologías para disposición de excretas y aguas residuales*.

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