



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño del Emisor-Colector de Aguas Residuales para la Localidad de **Angamacutiro, Edo. Michoacán.**”

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

CHRISTIAN ARLETTE ESTRADA LÓPEZ



ASESOR:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL.

HUGO ALEJANDRO TZINTZUN FLORES

Morelia, Mich. Agosto de 2016

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
TESIS

Asesor de Tesis.

Maestro en Ingeniería civil. Hugo Alejandro Tzintzun Flores

hatzintzun@hotmail.com

Sustenta.

Christian Arlette Estrada López

chris_arlet@outlook.es

1041876C

Título del trabajo

**“Diseño del Emisor-Colector de
Aguas Residuales para la Localidad de
Angamacutiro, Edo. Michoacán.”**

Agradecimientos

Con amor y respeto

A mis padres

En reconocimiento a su apoyo y comprensión en mi formación.

Por darme el mayor ejemplo de amor.

Con cariño

A mis hermanos

Mis mejores amigos

Por su confianza y apoyo incondicional que me brindaron.

Con admiración

A mis maestros

Por su valiosa enseñanza

En forma especial un sincero agradecimiento a mi asesor de tesis,

Ing. Hugo Alejandro Tzitzun Flores por su valiosa ayuda que hizo posible este trabajo.

Con sinceridad

A mis amigos

Por haberme alentado en los momentos difíciles.

...A Dios

Índice

Resumen	1
Abstract.....	2
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Justificación	4
Planteamiento del Problema	5
Hipótesis	6
Introducción.....	7
 CAPITULO 1	 8
ANTECEDENTES.....	8
 1.1 El Agua Residual en México	 9
1.2 Los Sistemas de Alcantarillado Sanitario	13
1.2.1 Clasificación	13
1.3 Componentes de un Sistema de Alcantarillado	16
1.4 Antecedentes de la Localidad	17
1.5 Factores Socioeconómicos	18
1.5.1 Principales Actividades Económicas	18
1.6 Medio Físico.....	25
1.7 Estudio de Factibilidad Social.....	26
 CAPITULO 2	 34
ANÁLISIS DE TUBERÍAS A GRAVEDAD CON SUPERFICIE LIBRE.....	34
 2.1 Características Geométricas de un Canal de Sección Triangular y Circular	 35
2.2 Análisis de la resistencia al flujo (flujo uniforme)	36

2.3 Ecuaciones fundamentales de un flujo	38
2.4 Diseño de un colector sanitario	39
2.4.1 Definiciones	39
2.5 Modelos de configuración para colectores, interceptores y emisores.....	41
2.6 Factores que intervienen en el diseño.....	43
2.7 Ajuste geométrico	44
2.8 Calculo de la población de proyecto	45
2.8.1 Población actual	45
2.8.2 Población de proyecto.....	45
2.9 Período de diseño.....	46
2.10 Vida útil.....	47
2.11 Método aritmético	48
2.12 Método geométrico.....	49
2.13 Método del mínimo cuadrado	50
2.14 Método de la curva exponencial.....	51
2.15 Obtención de gastos	55
2.16 Dotación.....	56
2.17 Aportación de alcantarillado sanitario.	57
 CAPITULO 3	59
DISEÑO DEL EMISOR-COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES.....	59
 3.1 Diseño geométrico.....	60
3.2 Revisión hidráulica	63
3.3 Gastos de diseño para alcantarillado sanitario	64
3.3.1 Gasto medio.....	64
3.3.2 Gasto mínimo	65
3.3.3 Gasto máximo instantáneo	65
3.3.4 Gasto máximo extraordinario.....	66

3.4 Velocidades máxima y mínima permisibles.	67
3.4.1 Velocidad mínima.....	67
3.4.2 Velocidad máxima.	67
3.5 Pozos de visita	76
 CAPITULO 4	 77
GENERADORES, PRESUPUESTO & ELABORACIÓN DE PLANOS	77
 4.1 Generadores de obra.....	 78
4.2 Presupuesto	79
4.3 Estimación del Avance Financiero	81
 Conclusiones y Recomendaciones	 82
Bibliografía.....	83

Cuadro de Imágenes

Evolución en la cobertura de tratamiento, 2000 a 2011	Fuente: Conagua/Subdirección General de Agua Potable. Drenaje y Saneamiento/ Gerencia de Potabilización y Tratamiento 2012. Conagua. "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento." Edición 2012
Evolución de la cobertura de tratamiento de aguas residuales respecto al Programa Nacional hídrico 2007-2012	Fuente: Datos de Conagua 2012. Conagua. "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento". Edición 2012. Conagua" Asociación Pública-Privada, Agua Potable y Saneamiento". Reunión Nacional de Infraestructura Hidráulica 2012
Cobertura de tratamiento de aguas residuales por estados en México a octubre de 2012	Fuente: Conagua 2012. Conagua. "Situación del Subsector de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento". Edición 2012
Red de Atarjea y Descargas Domiciliarias	http://jumapam.gob.mx/2014/07/02/jumapam-repara-red-de-atarjea-y-descargas-domiciliarias-en-el-centro-de-la-ciudad-y-en-el-fraccionamiento-lomas-del-mar/
ESCUDO DE ANGAMACUTIRO	FUENTE: H. AYUNTAMIENTO DE ANGAMACUTIRO. https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQMwS-clBZ7-0QN_haSE_MAJkTyNIB0A9q0DP-imjFhAzBrD9fw
Localidades e infraestructura para el transporte, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.	INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2015
Relieve, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.	INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2015
Geología, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.	INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2015
Clima, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.	INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2015
Suelos Dominantes, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.	INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2015
Uso de Suelo y Vegetación, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.	INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2015
Localidades y Población del Municipio de Angamacutiro	FUENTE: PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO. Las leyes y demás disposiciones son de observancia obligatoria. SEGUNDA SECCIÓN Morelia, Mich., Viernes 27 de Abril del 2012 NUM. 19
Indicadores Sociodemográficos	Fuente. Elaboración de INEGI y CONEVAL http://www.dof.gob.mx/SEDESOL/Michoacan_de_Ocampo_004.pdf
Propiedades geométricas (sección rectangular)	FUENTE: http://4.bp.blogspot.com/fGZL6Z3A3T0/T69PV0hD9YI/AAAAAAAAAUM/Mo_xlZ39IYc/s400/Radio_Hidr%C3%A1ulico_geometria_fundamental.gif
Propiedades geométricas (sección circular)	FUENTE: http://4.bp.blogspot.com/fGZL6Z3A3T0/T69PV0hD9YI/AAAAAAAAAUM/Mo_xlZ39IYc/s400/Radio_Hidr%C3%A1ulico_geometria_fundamental.gif
Esquema Flujo Uniforme	FUENTE: Apuntes de ingeniería de canales F.I.C.
Pozo de Visita Común	FUENTE: H. Ayuntamiento de Cohuecan (Foto tomada en la Obra de Construcción de Aguas Residuales en la Cabecera Municipal) http://cohuecan.gob.mx/web/noticia.php?id=7

Resumen

La concentración de la población en núcleo y el desarrollo de las localidades urbanas cada vez mayores traen consigo múltiples problemas en el desalojo de las aguas residuales, para lo cual, la Comisión Nacional de Agua considera importante la recolección de estas para ser tratadas.

El trabajo realizado para la elaboración de esta tesis consiste en el desarrollo de un proyecto de recolección de aguas residuales para el municipio de Angamacutiro Michoacán, México, la cual tiene necesidades especiales que habrán de satisfacerse.

Este documento contiene información y recomendaciones significativas para el diseño de un colector de aguas residuales que conduce hacia un interceptor que se conecta a la planta de tratamiento. Este colector es fundamental para prevenir y evitar que el agua sea descargada directamente a cuerpos de agua nacionales sin antes ser sometida a tratamiento con el fin de asegurar y preservar la calidad del agua en los sistemas, según la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.

- Concentración de la población
- Encauzamiento de aguas residuales
- Diseño hidráulico de un Colector
- Condición topográfica
- Economía, eficiencia y garantizar calidad

Abstract

Human overpopulation and urban growth have created multiple problems, among them is the wastewater disposal. The National Water Commission mandates that this water be treated properly.

This thesis deals with the development of a wastewater collection system project for Angamacutiro County, Michoacán in México. Due to social and political issues, this project has very particular needs to be satisfied.

This document encompasses important information and useful guidelines needed for a wastewater pipe collector design connected to a pipe receptor that discharges into the treatment plant. This collector is a very important component of a system aimed to prevent and preserve water quality in the receiving water bodies, according to Mexican Norm: NOM-001-SEMARNAT-1996.

Objetivo General

Diseñar de acuerdo con los fundamentos teóricos de la ingeniería Civil y seleccionar el sistema adecuado para la recolección del agua residual conformado por una tubería interceptora, previniendo de esta manera cualquier peligro de enfermedades epidemiológicas o pérdidas materiales del municipio en estudio, Angamacutiro Michoacán.

Objetivos Específicos

- Desarrollar una metodología para el diseño geométrico de un colector-Emisor en sistemas rurales de recolección de aguas residuales.
- Calcular y revisar un sistema hidráulico adecuado de tubería interceptora de un colector, mismo que dirigirá las aguas negras a la caja de entrada de la Planta de Tratamiento.
- Determinar la ubicación geográfica más conveniente para nuestra tubería de colector de aguas negras.
- Divulgar los resultados.

Justificación

Actualmente el campo de diseño y construcción para una red de recolección de aguas negras, dependen de organismos con personalidad jurídica y patrimonio, la cual tiene la obligación de cubrir estos servicios.

Buscamos diseñar y seleccionar el sistema adecuado para la recolección de agua residual por medio de una línea de un colector-emisor para el municipio de Angamacutiro Michoacán.

Es indispensable reconocer la importancia del tratamiento de las aguas y para esto contar con un sistema de alcantarillado pluvial y sanitario procurando siempre garantizar la operación adecuada, para ello en las poblaciones que van en constante crecimiento y del cual se tiene diversas actividades es conveniente plantear alternativas necesarias de obras hidráulicas de calidad.

La supervisión del equipamiento en el área es de vital importancia, pues se debe analizar la conveniencia de programar las obras y cuidar que se cumplan las indicaciones de construcción e instalación para su óptimo funcionamiento. Así mismo conocer la infraestructura existente para evitar que las tuberías diseñadas coincidan con otras instalaciones.

Planteamiento del Problema

Del desarrollo de las localidades urbanas se presenta como consecuencia el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales. Así la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario para recolectar las aguas residuales que produce una población incluyendo el comercio, los servicios y la industria a su destino final.

Como en todo proyecto de ingeniería, plantear alternativas con un nivel de obra requerido y considerando siempre aspectos constructivos y costos de inversión. Del cual el diseño hidráulico debe realizarse conforme a la condición del área de proyecto más conveniente.

Después de haber pasado por las diversas actividades de una población el agua se combina con sólidos orgánicos e inorgánicos disueltos y en suspensión, mismos que deben regularse para cumplir con la norma oficial mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establecerá los límites máximos permisibles de contaminación en las descargas de aguas residuales provenientes de la localidad a los sistemas de alcantarillado.

En el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se debe conocer la infraestructura existente en la localidad (agua potable, ductos de gas, teléfono, energía eléctrica, alcantarillado pluvial, etc.) para evitar que las tuberías diseñadas coincidan con estas instalaciones. Y así garantizar la operación adecuada de ambas redes hacia las plantas de tratamiento.

Hipótesis

El Diseño de un Emisor-Colector de aguas residuales es posible, siguiendo como referencia los Lineamientos de la Comisión Estatal del Agua.

Se propondrá un diseño geométrico de colector a gravedad que incluye el cálculo hidráulico de intercepción de las aguas negras a un emisor, la determinación de su ubicación geográfica más conveniente para nuestra tubería de colector, en el municipio de Angamacutiro Michoacán. Y el presupuesto considerando la infraestructura en congruencia a la cobertura del sistema de diseño.

Introducción

México es un país con grandes contrastes y carencias respecto al agua. La distribución del recurso es muy variable regionalmente, y se encuentra íntimamente ligada a la satisfacción de las necesidades sociales más básicas, puesto que la disponibilidad de agua en cantidad y calidad es una condición necesaria para hacer viable el desarrollo social, económico y ambiental de nuestro país. En el tema del agua son especialmente visibles las implicaciones que tienen su preservación y cuidado actual respecto de su disponibilidad para las generaciones futuras.

Las tierras secas de México, ocupan aproximadamente 101.5 millones de hectáreas, poco más de la mitad de nuestro territorio, esto se aprecia con mayor frecuencia en los estados del norte del país. Las lluvias en los últimos años han sido escasas, la falta de una educación respecto al cuidado del agua y la explotación masiva de los mantos acuíferos están provocando que la extracción del agua tenga que ser a una profundidad mayor, o se tenga que buscar este vital liquido en otras partes (como es el caso del Distrito Federal).

Por otro lado del desarrollo de las localidades urbanas se presenta como consecuencia el problema del desalojo de las aguas servidas o aguas residuales. Así la necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario para recolectar las aguas residuales que produce una población incluyendo el comercio, los servicios y la industria a su destino final.

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

El encauzamiento de aguas residuales provenientes de la localidad de Angamacutiro de la Unión, Mich, con un total de 4674 habitantes, evidencia la importancia de un proyecto de alcantarillado sanitario, eficiente, seguro, económico y durable. Por tanto como proyecto de ingeniería Civil la alternativa y nivel de obra que se requiere se hace considerando aspectos constructivos y los costos de inversión bien definidos.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1 El Agua Residual en México

Los recursos hídricos en México, al igual que en el resto del mundo, se encuentran bajo una creciente presión. El crecimiento demográfico, la urbanización y el aumento en el consumo de agua en los hogares, la agricultura y la industria, han aumentado significativamente el uso global del agua. Este desarrollo conduce a la escasez y perjudica gravemente el avance hacia el logro de los Objetivos del Milenio.

A pesar de esta condición, los usuarios del agua y demás actores involucrados en el sector, siguen satisfaciendo sus necesidades sin tomar en cuenta el impacto sobre los demás. Las diferentes actividades productivas al generar desechos diversos, son las fuentes principales de contaminación de ríos, canales y lagos; lo que se traduce en la desaparición de la vegetación natural, así como en la muerte de peces y demás animales acuáticos. Por otra parte, la descarga directa a cuerpos de agua de las aguas residuales generadas en estas actividades, limita el uso del recurso para los diferentes usos productivos como el riego o la pesca artesanal; el consumo (agua potable) y recreación de contacto.

En México, el agua ha sido reconocida como un asunto estratégico y de seguridad nacional, y se ha convertido en un elemento central de las actuales políticas ambientales y económicas, así como un factor clave del desarrollo social. Lograr que todos los cuerpos de agua superficiales y subterráneos del país recuperen su salud, aporten caudales para satisfacer las necesidades de la población y contribuyan al crecimiento económico y de calidad de vida de la población; requiere que se mantengan limpios, sin descargas de aguas residuales urbanas, industriales y agrícolas que los contaminen y afecten más allá de su capacidad natural de asimilación y dilución.

La falta de coordinación entre usuarios y autoridades, aunado a la falta de un adecuado tratamiento y reúso de las aguas residuales generadas; conducen a la sobre explotación del recurso, la contaminación de ecosistemas, la degradación de los suelos y a un impacto negativo sobre la seguridad alimentaria.

Ante esta problemática, el saneamiento de las aguas residuales adquiere más importancia para asegurar su recolección, transporte, tratamiento y adecuada disposición en los cuerpos receptores, en condiciones que no perjudiquen al medio ambiente y la salud de la población.

Los beneficios de contar con agua de calidad son innumerables, por esta razón, en México se ha creado un marco normativo que se encarga de regular las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores como la Norma Oficial Mexicana NOM-002-Semarnat-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en la descarga de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Publicada el 3 de junio de 1998.

Cuando se habla de tratamiento de aguas residuales como indicador, se habla del porcentaje de aguas residuales colectadas en los sistemas formales de alcantarillado municipales que reciben tratamiento, sin considerar el tratamiento de las descargas industriales; alcanzando para finales de 2011 un 46.5% de tratamiento, de un caudal de aguas negras estimado en 210 m³/s.

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Incremento de caudal tratado (m ³ /s)		4.9	5.3	4.1	4.3	7.3	2.6	4.9	4.3	4.5	5.5	4.0	
Caudal tratado acumulado (m ³ /s)	45.9	50.8	56.1	60.2	64.5	71.8	74.4	79.3	83.6	88.1	93.6	97.6	
Agua residual colectada (m ³ /s)	200	202	203	203	205	205	206	207	208	209.1	209.1	210.1	
Porcentaje	23.0	25.1	27.6	29.7	31.5	35.0	36.1	38.3	40.2	42.1	44.8	46.5	47.5*

Evolución en la cobertura de tratamiento, 2000 a 2011

Fuente: Conagua/Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento/ Gerencia de Potabilización y Tratamiento 2012.
Conagua.
"Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento." Edición 2012
Dato de cierre preliminar de acuerdo a la Gerencia de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Redes de Alcantarillado de la Conagua.



Evolución de la cobertura de tratamiento de aguas residuales respecto al Programa Nacional hídrico 2007-2012

Fuente: Datos de Conagua 2012. Conagua. "Situación del Subsector de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento". Edición 2012. Conagua "Asociación Pública-Privada, Agua Potable y Saneamiento". Reunión Nacional de Infraestructura Hidráulica 2012

Notas: El caudal colectado y Tratado se presenta en m³/s y las metas y avance de cobertura en porcentaje. Los datos en gris representan las expectativas de saneamiento una vez que entren en operación diversas plantas de Tratamiento de Guadalajara y el Valle de México, entre otras.

El tratamiento de las aguas residuales es esencial para garantizar el ciclo del agua, por lo que se identificó una serie de políticas prioritarias para alcanzar estas metas:

1. El suministro de los servicios de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales debe ser una prioridad en las agendas municipal y estatal.
2. Los municipios e industrias deben cumplir con la normatividad establecida en México en lo que se refiere a las descargas que son vertidas a los cuerpos de agua nacionales.
3. Para cubrir los costos de operación, mantenimiento y renovación de las plantas de tratamiento, es fundamental que los responsables de prestar este servicio establezcan tarifas y sistemas de cobro adecuados.
4. Asegurar el reúso de las aguas producidas, lo que puede contribuir a cubrir parte de los costos operativos de los organismos operadores; por ejemplo, al vender el agua a la industria.

5. Consolidar el reúso del agua residual tratada, así como su intercambio por agua en primer uso en aquellas actividades en que esta opción es factible.

6. Reactivar las plantas que están fuera de operación o que funcionen con bajas eficiencias, con el fin de aprovechar la capacidad instalada.



Cobertura de tratamiento de aguas residuales por estados en México a octubre de 2012

Fuente: Conagua 2012. Conagua. "Situación del Subsector de Agua Potable Alcantarillado y Saneamiento". Edición 2012

Nota. La cobertura de tratamiento en Michoacán es de un 31% con un total de 32 Plantas de Tratamiento en Operación con capacidad instalada de 3.7 m³/s y de un caudal tratado de 2.8 m³/s quedando por debajo del porcentaje de calidad del agua.

En la mayoría de los estados del norte cuentan con los niveles más altos del país, en donde los recursos hídricos son escasos y además se concentra el mayor núcleo de población, por lo que tratar las aguas para su reúso resulta primordial.

1.2 Los Sistemas de Alcantarillado Sanitario

1.2.1 Clasificación

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos:

- **Convencionales**
- **No Convencionales.**

Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal, densidad poblacional y su estimación futura o un mantenimiento inadecuado o nulo.

1. Los sistemas Convencionales de alcantarillado se clasifican en:

Alcantarillado separado: es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y lluvia.

a) Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.

b) Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

Alcantarillado combinado: conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas e industriales, y las aguas de lluvia.

2. Los sistemas de alcantarillado No Convencionales se clasifican según el tipo de tecnología aplicada y en general se limita a la evacuación de las aguas residuales.

- a) Alcantarillado simplificado: un sistema de alcantarillado sanitario simplificado se diseña con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y disminuir distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento.
- b) Alcantarillado condominiales: Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas, menor a una hectárea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional.
- c) Alcantarillado sin arrastre de sólidos. Conocidos también como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunas secciones.

El tipo de alcantarillado que se use depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto. Por ejemplo, en algunas localidades pequeñas, con determinadas condiciones topográficas, se podría pensar en un sistema de alcantarillado sanitario inicial, dejando correr las aguas de lluvia por las calles, lo que permite aplazar la construcción de un sistema de alcantarillado pluvial hasta que sea una necesidad.

Unir las aguas residuales con las aguas de lluvia, alcantarillado combinado, es una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero no lo será tanto cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas residuales, por la variación de los caudales, lo que genera perjuicios en el sistema de tratamiento de aguas. Por tanto hasta donde sea posible se recomienda la separación de los sistemas de alcantarillado de aguas residuales y pluviales.

Un sistema de alcantarillado por vacío consiste en un sistema de tuberías, herméticas, que trabajan con una presión negativa, vacío, que conducen las aguas de desecho a una estación de vacío, de donde son conducidas a un colector que las llevara a una planta de tratamiento o a un vertedero.

1.3 Componentes de un Sistema de Alcantarillado

Una red de alcantarillado sanitario se compone de varios elementos certificados, tales como de tuberías, conexiones, anillos y obras accesorias: descargas domiciliarias, pozos de visita, estructuras de caída, sifones y cruzamientos especiales. Por otra parte en los sistemas a presión se utilizan estaciones de bombeo para el desalojo de las aguas residuales.

La expectativa de vida útil de los elementos que conforman una red de alcantarillado sanitario debe ser de al menos 50 años.

Todos los elementos que conforman la red de alcantarillado sanitario y su instalación deben cumplir con la norma oficial mexicana NOM-001-CONAGUA-1995 Sistema de alcantarillado sanitario – Especificaciones de hermeticidad.

Cuando alguno de los elementos que conforma la red de alcantarillado sanitario carezca de norma mexicana para regular su calidad se debe asegurar que éstos cumplen con las especificaciones internacionales o en su defecto con las del país de origen (Art. 53 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización).



Red de Atarjea y Descargas Domiciliarias

Fuente: Junta Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Mazatlán (Foto tomada en el Fraccionamiento “Lomas del Mar” el 2 de julio de 2014)

<http://jumapam.gob.mx/2014/07/02/jumapam-repara-red-de-atarjea-y-descargas-domiciliarias-en-el-centro-de-la-ciudad-y-en-el-fraccionamiento-lomas-del-mar/>

1.4 Antecedentes de la Localidad

“ANGAMACUTIRO”

En lengua de Uapeani, Pauacume y Tariácuri, significa: “lugar al borde de la barranca”.



ESCUDO DE ANGAMACUTIRO

FUENTE: H. AYUNTAMIENTO DE ANGAMACUTIRO.

https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQMWs-clBZ7-0QN_haSE_MaJKTyNIB0A9q0DP-imjFhAzBrD9fw

La toponomástica de la palabra Angamacutiro es incierta hasta el momento, pues existen varios significados, los más comunes son:

1. En lengua de Uapeani, Pauacume y Tariácuri, significa **“Lugar al borde de la barranca”**.
2. Según diccionarios del Siglo XVI de Fr. Diego de Basalenque, Fr. Maturino Gilberti y otros, significa **“Lugar donde se cuelgan bezotes”**.
3. Según estudios recientes hechos por Instituto de Investigaciones de la Cultura Purépecha de la UMSNH, significa **“Lugar que se levanta o emerge en lo alto en medio del agua”**.

Angamacutiro fue fundado en el año de 1323 por un grupo de indígenas otomíes que vinieron del Estado de Guanajuato.

1.5 Factores Socioeconómicos

1.5.1 Principales Actividades Económicas

Artesanías. Algunas mujeres elaboran manteles bordados en punto de cruz.

- El Sr. José Andrade Vital se dedica a tejer sillones (hechos de base metálica tejidos con lazo plástico).

Construcción. La mayoría de las construcciones en el municipio son de adobe (54%) y teja (60%); otra parte son hechas con tabique (45%) y loza de concreto (25%); una mínima parte es de adobe o tabique con lámina de asbesto o cartón.

Pesca. Los mantos acuíferos del municipio son aprovechados para el cultivo principalmente de mojarra, carpa criolla, y en menor proporción huachinango, bagre y sardina lisa. Existen 2 cooperativas (La Palma-Angamacutiro y Nuevo Paraíso) y dos uniones de pescadores (Melchor Ocampo y José Ma. Morelos), siendo 300 socios los organizados. En promedio se obtienen durante la época de cosecha 6.5 toneladas diarias de mojarra de la Presa Melchor Ocampo.

Industria. Existe establecida en la cabecera municipal una fábrica de tubo de concreto.

Agricultura. Actividad principal del municipio, forma parte del Bajío Michoacano; está integrado por 23 ejidos y comunidades agrarias siendo un total de 11,073.5 hectáreas (Ha), de las cuales 5,859 Ha son de uso para la labor agrícola, 4,199.5 Ha son usadas como agostadero o enmontada y las 15 Ha restantes son de otro uso.

- Se siembra principalmente trigo, sorgo, frijol, garbanzo, avena forrajera, maíz, janamargo (ebo o veza) y en menor proporción cebada en grano. Se cultiva fresa, brócoli, coliflor, cebolla, pepino, melón, camote, tomate verde, jitomate y col.

Empleo. La población económicamente activa en el municipio es de 3,769 personas (24.95% del total de habitantes) y en la cabecera municipal de 1,413 personas (28.88% del total de habitantes de la cabecera). En una mayor proporción es la población económicamente inactiva, en el municipio es de 7,047 personas (46.64% del total de habitantes) y en la cabecera municipal de 2,087 personas (42.66% del total de habitantes de la cabecera).

Las principales ramas de ocupación en el municipio son: trabajos agropecuarios, comercio, trabajos de construcción, servicios personales de mantenimiento y trabajos manufactureros.

- El municipio está catalogado en el Área Geográfica “C” correspondiendo el salario mínimo vigente a \$42.11 pesos.

Ganadería. Las principales especies criadas en el municipio son bovinos (Razas cebú, pardo americano, pardo suizo y semental), caprinos (cabra alpina, granadina y saanen), borrego pelibuey, cerdos de todas las razas, aves para carne y huevo, y en menores proporciones equinos (caballar, asnal y mular) y apícola.

Forestal. Esta actividad es mínimamente explotada, debido a que el uso del suelo es primordialmente agrícola, la principal especie maderable producida es el encino, y de las no maderables, una gran variedad de arbustos.

Electricidad. El grado de electrificación del municipio es del 97%.

Comunicaciones. Los medios de comunicación escritos que llegan al municipio son diferentes periódicos regionales, estatales y nacionales; Así mismo llegan señales de radio y televisión. Se cuenta en la cabecera municipal con Sistema de Televisión por Cable (Tele-Media).

Las vías de comunicación del municipio son con la capital del Estado por medio de la Carretera Federal No. 43 Morelia-Salamanca entronque con la Carretera Estatal No. 27 Cuitzeo-Puruándiro-Angamacutiro. Por medio de la Autopista de Occidente México-Morelia-Guadalajara entronque en la caseta de cobro de Panindícuaro y la Carretera Estatal Zacapu-Villa Jiménez-Angamacutiro.

La comunicación con las comunidades es por medio de 45 Km de caminos vecinales, de los cuales 11.7 Km están asfaltados (carretera Angamacutiro-Miravalle, Santiago Conguripo-El Mármol, Gto., y Agua Caliente-La Palma) y 33.3 son de terracería.

Por el municipio pasan 17 Km de Vías Férreas del ramal de Ajuno a Pénjamo, Gto.

La cabecera municipal y la Tenencia de Santiago Conguripo cuentan con servicio de teléfono; 10 comunidades cuentan con servicio de caseta telefónica. Existe una oficina postal en la cabecera, así como servicio de mensajería express. Se cuenta con servicio de transporte foráneo y transporte suburbano. Además de efectuarse el transporte en camiones de segunda clase también se emplean camionetas. Se cuenta con servicio de taxis (solamente durante el día).

Turismo. Actividad poco explotada. El municipio cuenta con varios sitios turísticos naturales y recreativos: el Parque Ecológico “La Chorrera”, el sitio natural “El Salto” en la comunidad de Agua Caliente y la Presa “Melchor Ocampo”.

Existen pequeñas zonas arqueológicas en el municipio, principalmente Yacátas destruidas, en la cabecera, en la Tenencia de Santiago Conguripo y en algunos ejidos se han tenido hallazgos de piezas arqueológicas hechas de cerámica o de obsidiana.

La cabecera municipal cuenta con varios monumentos arquitectónicos religiosos y civiles importantes, como la Parroquia de San Francisco, el Santuario de Guadalupe, la Capilla Abierta de San Francisco, el Puente Grande, el Puente de los borrachos, los Portales de la Plaza Principal, así como varias casonas ubicadas en el centro que datan del siglo XIX. En la Tenencia de Santiago Conguripo se cuenta también con la Iglesia de Santo Santiago. En materia de monumentos arquitectónicos empleados para la producción durante la época colonial, existe el casco del molino de Angamacutiro; los cascos de haciendas en El Maluco, El Troje, Aramutaro de la Cal, San Diego Buenavista y Agua Caliente, en su mayoría muy deteriorados.

- Se cuenta con los servicios de hotel, sucursal bancaria, restaurante, expendios de alimentos, bares, billares, discotecas y balnearios.

Salud. Se cuenta con Centro de Salud en la Cabecera Municipal y en El Maluco; con Clínica Rural del IMSS-Solidaridad en la Tenencia de Santiago Conguripo y en Agua Caliente; y una Casa de Salud en Miravalle. Existen tres Clínicas particulares y varios Consultorios Médicos.

Vivienda. El municipio cuenta 3,243 viviendas particulares; así como con un complejo habitacional del FOVISSSTE (Colonia Loma Dorada).

Educación. El grado de alfabetización para el municipio es del 55.37% de la población (mayor de 15 años y más).

Se cuenta con centros educativos para los niveles preescolar (19 escuelas), primaria (24 escuelas), secundaria (2 escuelas), telesecundaria (5 escuelas) y un colegio de bachilleres. Así como Educación Inicial, INEA (instituto Nacional de Educación para los Adultos), SEA (Secundaria a distancia para adultos), Preparatoria Abierta dependiente de la Secretaría de Educación en el Estado y una extensión del IMCED (Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación), que ofrece las Licenciaturas en Pedagogía y en Inglés.

- Existe en la cabecera una Biblioteca Pública y el Archivo General e Histórico Municipal.

Justicia. La gente del municipio es pacífica, por lo que se ejerce la aplicación de justicia conforme a ley.

Gobierno. La estructura básica del Gobierno Municipal se caracteriza por:

H. Ayuntamiento Constitucional

- Presidente Municipal
- Síndico Municipal
- 4 Regidores de mayoría relativa y
- 3 Regidores de representación proporcional

Principales Comisiones Del Ayuntamiento.

- De Gobernación, Trabajo y Seguridad Pública, que está a cargo del Presidente Municipal
- De Hacienda, Financiamiento y Patrimonio, que está a cargo del Síndico Municipal
- Comisión de Planeación y Programación
- Comisión de Salud
- Comisión de Educación, Cultura y Deporte
- Comisión de Urbanismo y Obras Públicas
- Comisión de Turismo y Ecología
- Comisión de Industria y Comercio y
- Comisión de Agricultura, Ganadería y Pesca

Dependencias.

- Presidencia Municipal.
- Secretaría del Ayuntamiento.
- Tesorería.
- Contraloría Municipal.
- Desarrollo Integral de la Familia Municipal.
- Dirección de Seguridad Pública.
- Dirección de Urbanismo.
- Dirección de Obras Públicas.
- Dirección de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Dirección de Educación, Cultura Y Deportes.
- Dirección de Desarrollo para la Planeación.
- Dirección de Servicios Municipales.

Organismos.

- Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Angamacutiro.

Autoridades Auxiliares.

La Administración Pública Municipal fuera de la Cabecera está a cargo de los Jefes de Tenencia o Encargados del Orden, los cuales son electos en plebiscito, durando en el cargo 3 años.

En el municipio de Angamacutiro existen 1 Jefe de Tenencia y 23 Encargados del Orden. Entre sus principales funciones están:

- Avisar al Presidente Municipal cualquier alteración que adviertan del Orden Público

- Conformar el padrón de habitantes de su comunidad
- Cuidar la limpieza y aseo de los sitios públicos
- Cuidar el buen estado de los caminos vecinales y carreteras
- Procurar el establecimiento y buen funcionamiento de escuelas
- Dar parte de la aparición de epidemias o presencia de siniestros
- Aprender a los delincuentes, poniéndolos a disposición de las Autoridades Municipales competentes.

1.6 Medio Físico

Extensión. Su superficie es de 240.25 km² y representa el 0.39 por ciento del Estado.

Orografía. Su relieve lo constituyen los cerros Blanco, Chongo, Los Reyes, Bola y Guayabo. El municipio se ubica en las estribaciones septentrionales del sistema volcánico transversal.

Hidrografía. La hidrografía la constituyen los ríos Lerma y Angulo, el arroyo Atarjea y las presas Rosario y Melchor Ocampo.

Clima. Su clima es templado con lluvias en verano, tiene una precipitación pluvial, anual de 780.5 milímetros y temperaturas que oscilan de 1.0 a 37.8 grados centígrados.

Ecología. El ecosistema del municipio está conformado por una variada flora predominada por pradera con nopal, pastizales, diversos matorrales, huizache, mezquite, ahuehuete, sauce y casahuate. Su fauna está integrada principalmente por conejo, ardilla, cacomixtle, tlacuache, zorrillo, tejón, pato, comadreja, palomas y coyote.

Se tiene en invierno un fenómeno migratorio de pelícanos, que llegan procedentes de Norteamérica a la Presa Melchor Ocampo.

Demografía. El municipio cuenta con un total de 15,108 habitantes, de los cuales 7,056 son hombres y 8,052 son mujeres. El número de mujeres en general para el municipio es relativamente mayor al de hombres. Y para fines de cálculo hidráulico, en la localidad de Angamacutiro de la Unión Mpio, de Angamacutiro, Mich. Se toma el dato de 4,674 hab.

Indígenas. Es muy bajo el porcentaje de habitantes indígenas, según el Censo General de Población y Vivienda de 1990 señala la existencia de 30 habitantes en el municipio que hablan lengua indígena. Las tres principales lenguas étnicas habladas en el municipio son el purépecha, el náhuatl y el otomí.

1.7 Estudio de Factibilidad Social.

En el recuento de población y vivienda efectuado por el INEGI en el año de 2010, este Municipio cuenta con 28 localidades y una población de 15,108 habitantes distribuidos sobre una superficie de 294.86 kilómetro cuadrado. La población del Municipio de Angamacutiro habita en 3,243 viviendas.

El índice de hacinamiento en el Municipio de Angamacutiro, ha venido disminuyendo gradualmente de 5.10 habitantes por vivienda en el año de 1995 a 4.67 en el censo del año 2000 y a 4.28 al último conteo del 2005.

Entidad: MICHOACÁN DE OCAMPO

Municipio: Angamacutiro

Clave Geoestadística: 160040024

Latitud: 20°06'51"

Longitud: 101°47'14"

Altitud: 1270

Carta Topográfica: F14C81

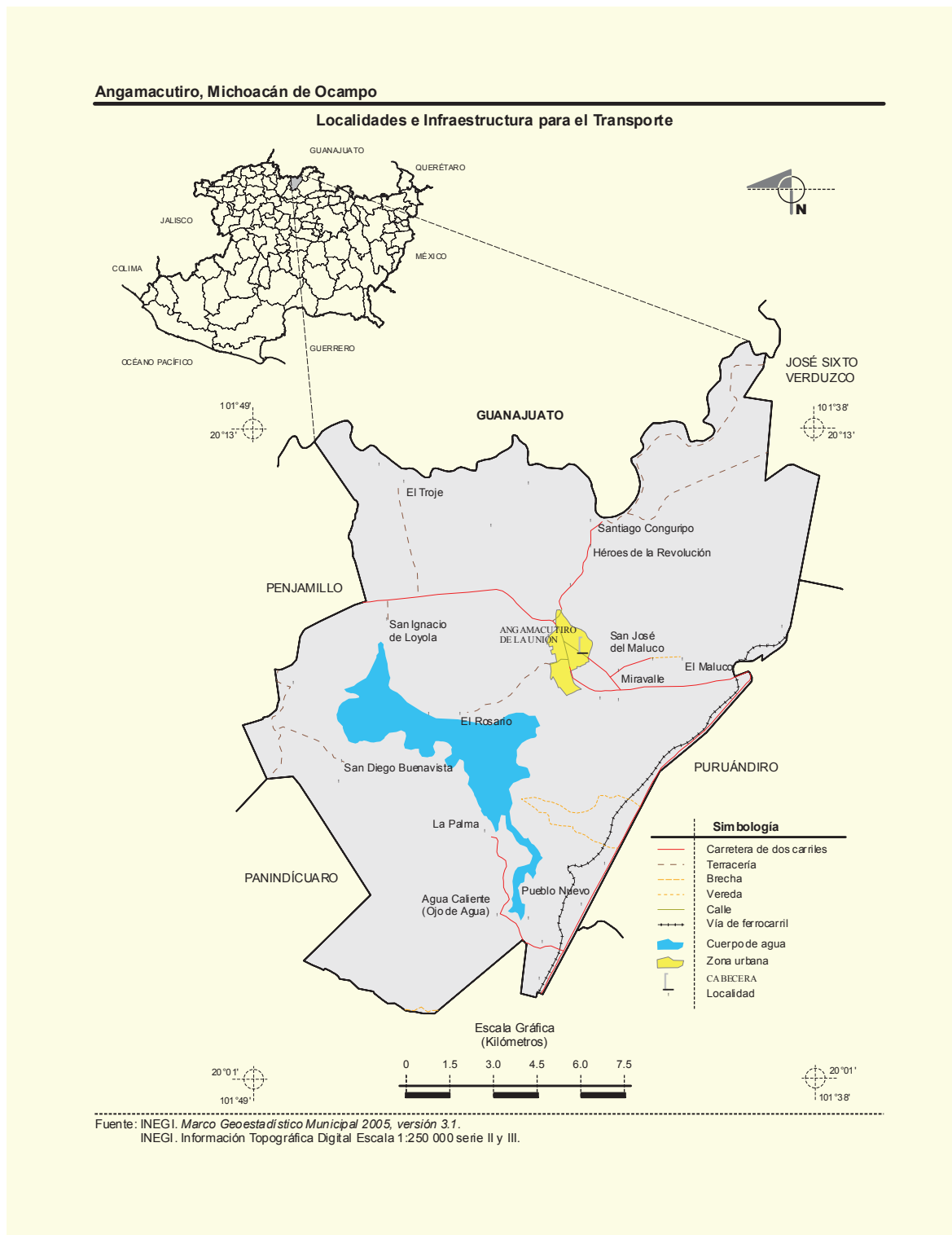
Tipo: Rural



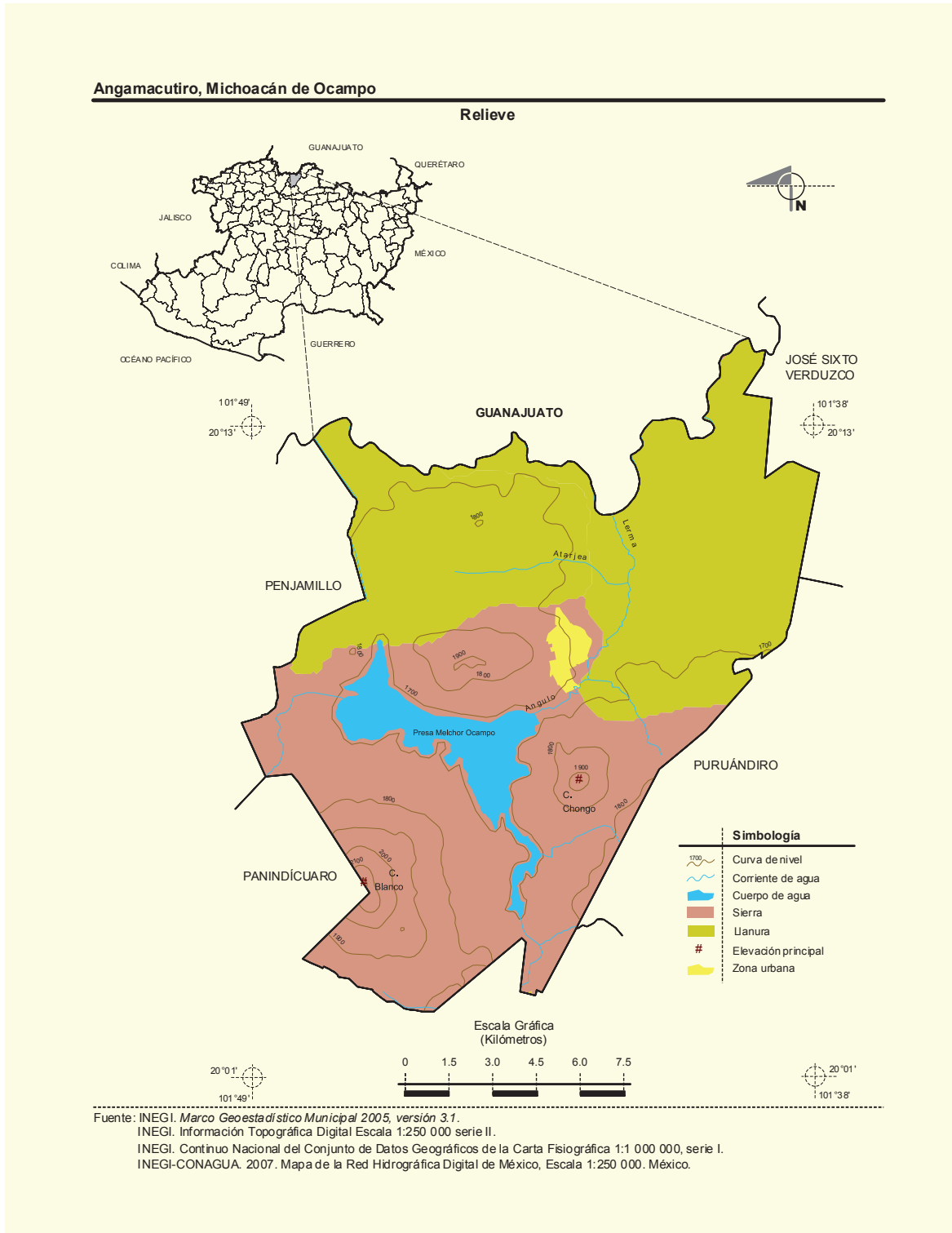
Dentro de los aspectos importantes en la realización de este estudio es la visualización de las condiciones socioeconómicas de la localidad, que manifiestan las condiciones de vida de los habitantes y la vez nos representa una pauta para establecer el grado de participación de la localidad.

Para fines de cálculo hidráulico, en la localidad de Angamacutiro de la Unión Mpio, de Angamacutiro, Mich. Se toma el dato de 4,674 hab.

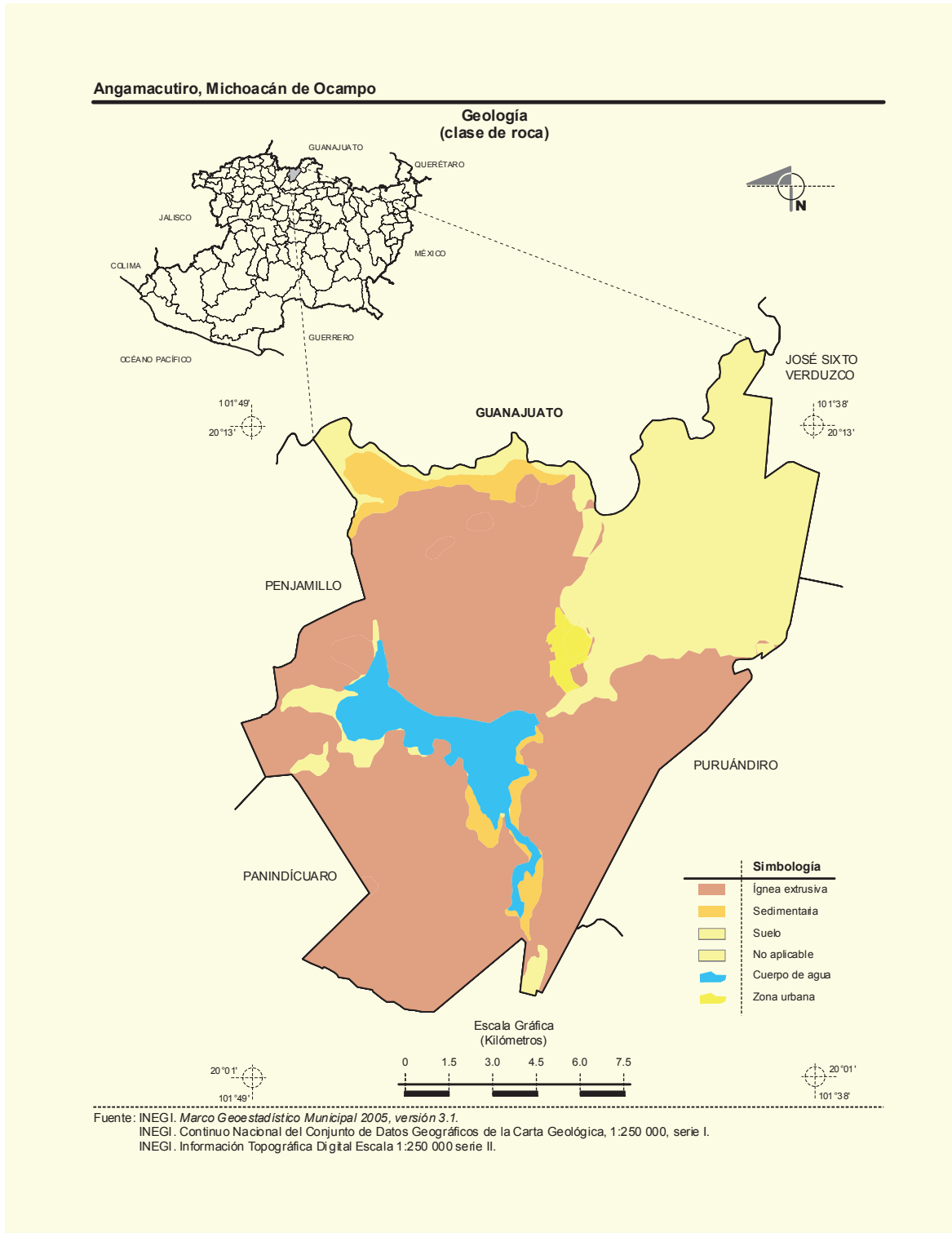
Localidades e infraestructura para el transporte, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.



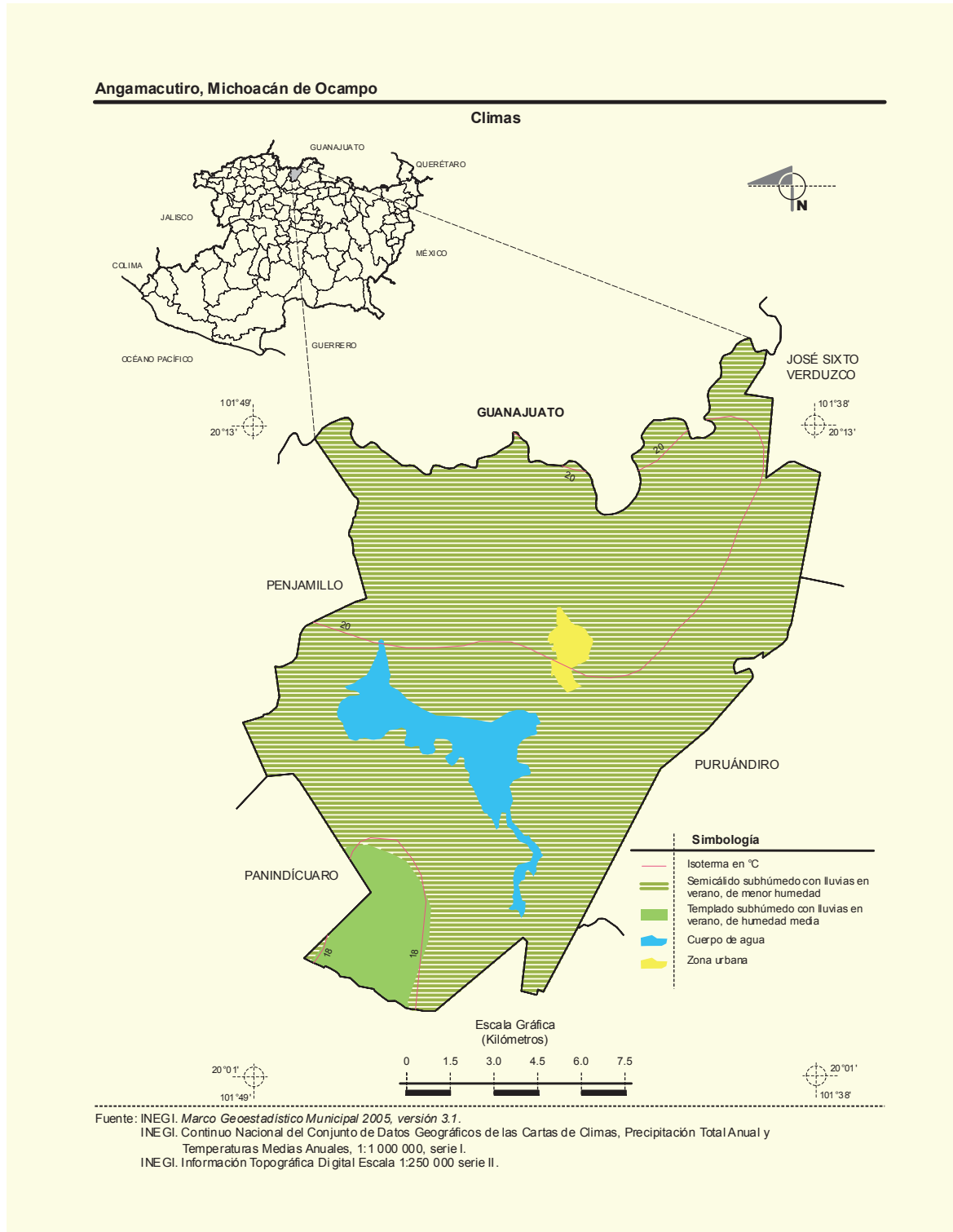
Relieve, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.



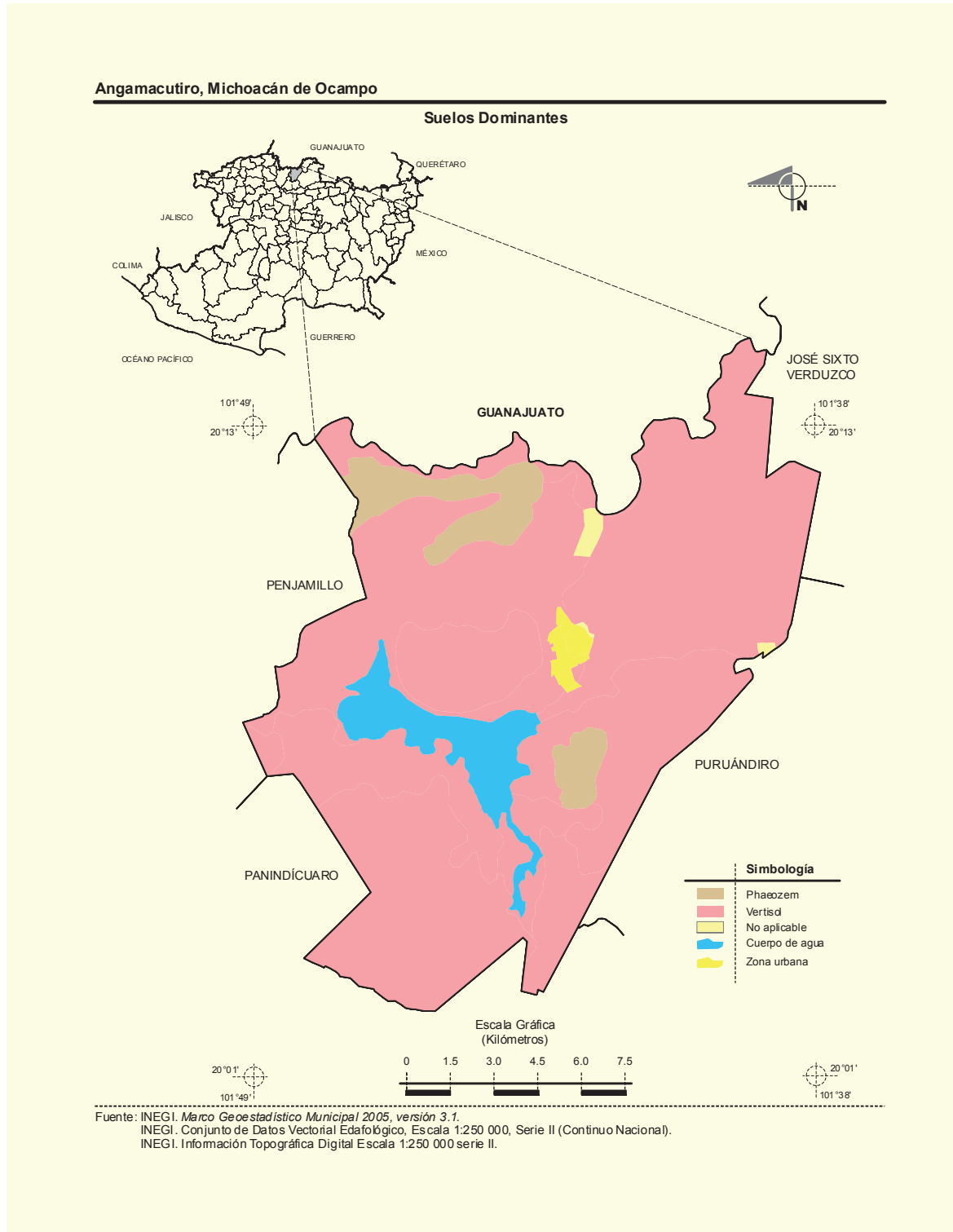
Geología, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.



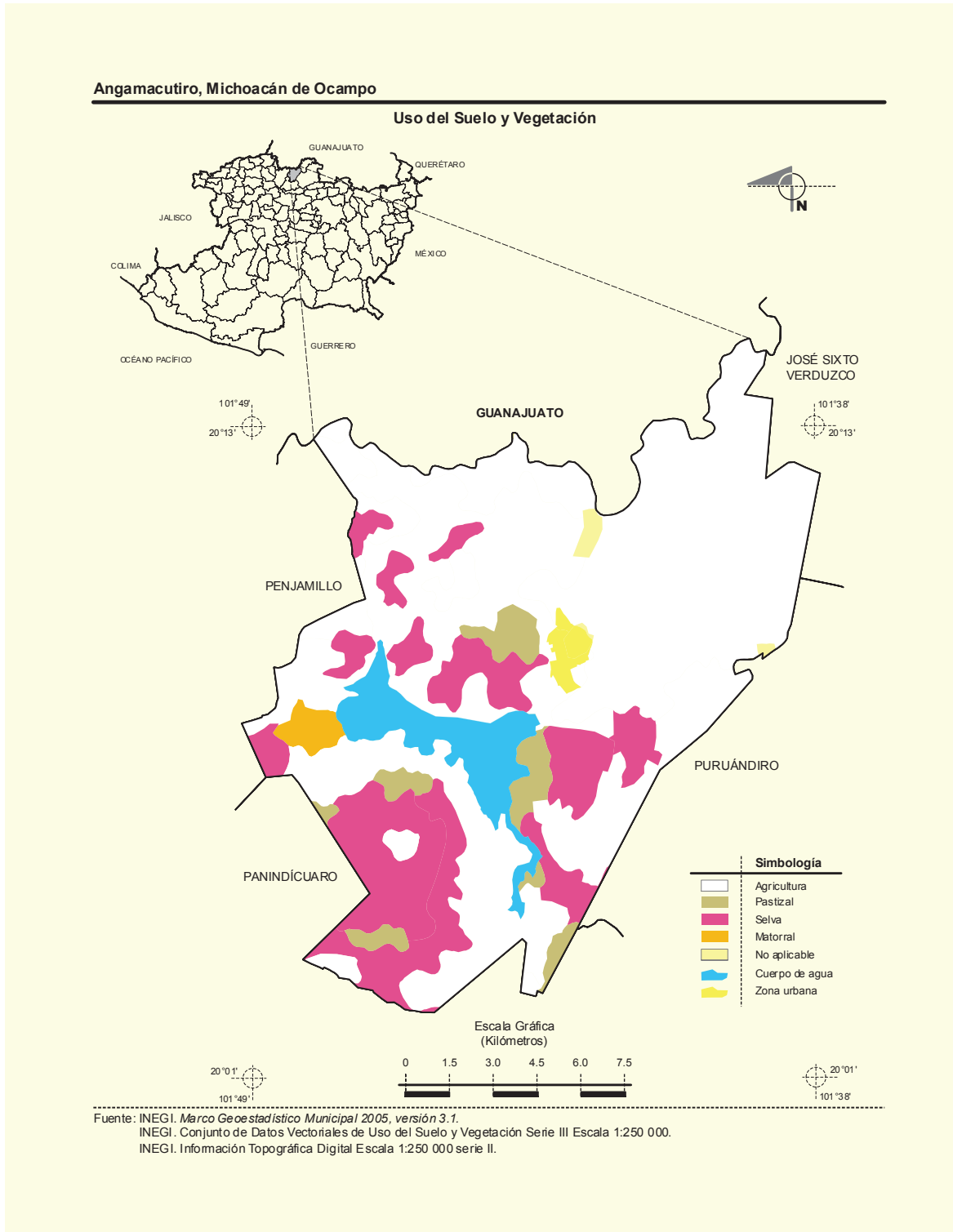
Clima, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.



Suelos Dominantes, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.



Uso de Suelo y Vegetación, en el municipio de Angamacutiro Michoacán.



CLAVE	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL
160040001	Angamacutiro de la Unión	5,030
160040002	Agua Caliente (Ojo de Agua)	1,042
160040003	Arámularo de la Cal	249
160040004	Aranjuez	100
160040005	Curisipo	86
160040006	Santiago Conguripo	900
160040007	La Estancia del Río (Pueblo Nuevo)	702
160040010	Guadalupe Norte (La Haciendita)	267
160040011	Guadalupe Sur (El Palmito)	177
160040012	Guayabo Buenavista	75
160040013	Héroes de la Revolución	675
160040014	El Maluco	1,892
160040015	Miravalle	884
160040017	La Palma	505
160040021	El Rosario	92
160040022	El Sabino (La Taza)	72
160040024	San Diego Buenavista	269
160040026	San Ignacio de Loyola	41
160040027	San José del Maluco	755
160040028	San Pedro	54
160040030	El Troje	430
160040034	Laguna de Cortés	15
160040036	Nuevo Paraíso	178
160040038	La Zapotera de Tunillas	158
160040040	Los Ferrocarrileros	16

Localidades y Población del Municipio de Angamacutiro

FUENTE: PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO CONSTITUCIONAL DEL ESTADO DE MICHOACÁN DE OCAMPO
 Las leyes y demás disposiciones son de observancia obligatoria
 Por el solo hecho de publicarse en este periódico.
 Registrado como artículo de 2a. clase el 28 de noviembre de 1921. Fundado en 1867
 SEGUNDA SECCIÓN Morelia, Mich., Viernes 27 de Abril del 2012 NUM. 19

INDICADOR	ANGAMACUTIRO (MUNICIPIO)	MICHOACÁN DE OCAMPO (ESTADO)
Total de hogares y viviendas particulares habitadas, 2010	3,744	1,066,630
Tamaño promedio de los hogares (personas), 2010	3.9	4
Hogares con jefatura femenina, 2010	908	257,061
Grado promedio de escolaridad de la población de 15 o más años, 2010	5.7	7.4
Total de escuelas en educación básica y media superior, 2010	54	12,025
Personal médico (personas), 2010	16	6,742
Unidades médicas, 2010	8	1,194
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza, 2010	2.7	2.8
Número promedio de carencias para la población en situación de pobreza extrema, 2010	3.7	3.9

Indicadores Sociodemográficos

Fuente. Elaboración de INEGI y CONEVAL
http://www.dof.gob.mx/SEDESOL/Michoacan_de_Ocampo_004.pdf

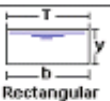
CAPITULO 2

ANÁLISIS DE TUBERÍAS A GRAVEDAD CON SUPERFICIE LIBRE

2.1 Características Geométricas de un Canal de Sección Triangular y Circular

El diseño de un canal, generalmente se plantea teniendo conocidos el gasto “Q” que debe conducir (usualmente el máximo con la que va a funcionar el canal), la pendiente “S” disponible de acuerdo a la topografía del terreno y la rugosidad “n” de sus paredes.

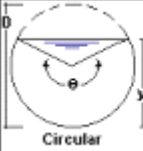
Un canal hidráulico puede tener varias formas, tales como circulares, trapezoidales, rectangulares, etc. **En este caso el canal se cataloga como un canal artificial y nos interesa la geometría rectangular y circular**, pues de ella se derivan una serie de fórmulas que nos brindan información teórica muy importante para el desarrollo de diseño.

Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b

Propiedades geométricas (sección rectangular)

FUENTE:

http://4.bp.blogspot.com/fGZL6Z3A3T0/T69PV0hD9YI/AAAAAAAAAUM/Mo_xlZ39IYc/s400/Radio_Hidr%C3%A1ulico_geometria_fundamental.gif

	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta}) \frac{D}{4}$	$\frac{(\text{sen}\frac{\theta}{2})D}{2\sqrt{y(D-y)}}$
---	--	----------------------	---	--

Propiedades geométricas (sección circular)

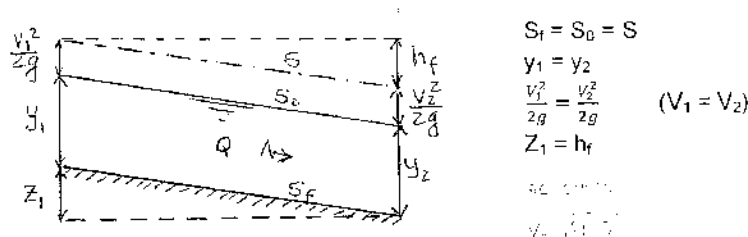
FUENTE:

http://4.bp.blogspot.com/fGZL6Z3A3T0/T69PV0hD9YI/AAAAAAAAAUM/Mo_xlZ39IYc/s400/Radio_Hidr%C3%A1ulico_geometria_fundamental.gif

2.2 Análisis de la resistencia al flujo (flujo uniforme)

El flujo uniforme en un canal, es aquel tipo de flujo en el cual las características hidráulicas (tirante y velocidad) permanecen constantes de una sección a otra en un tramo de canal.

El flujo uniforme al ser iguales los tirantes y velocidades en cualquier sección, se tiene que las pendientes del fondo, de la superficie libre del agua y del gradiente de energías son iguales y la energía perdida por fricción es exactamente igual a la energía geodésica que proporciona el desnivel topográfico.



Esquema Flujo Uniforme

FUENTE: Apuntes de ingeniería de canales F.I.C.

Para que se desarrolle un flujo uniforme en un canal es necesario que se cumplan dos condiciones básicas: que el flujo sea permanente (gasto constante) y que el canal sea muy largo y prismático (geometría, pendiente y rugosidad constantes en todo el tramo). En un canal con estas características al circular un gasto constante Q , el flujo uniforme tiende a establecerse de manera automática o natural.

Es importante mencionar que estrictamente hablando, el flujo uniforme es poco frecuente, ya que en la mayoría de los canales no logran cumplirse las dos condiciones arriba mencionadas de gasto constante y prismicidad del canal, y además es muy común que en los canales se instalen una serie de estructuras de control y aforo (vertedores, compuertas, puentes, sifones, represas, derivaciones, etc.) que producen alteraciones al flujo uniforme.

Sin embargo el estudio del flujo uniforme es básico para entender el comportamiento hidráulico de los canales en condiciones más complejas de flujos variados, y además en la práctica se presentan numerosos problemas que si bien no desarrollan por completo el flujo uniforme, se aproximan mucho a esta condición y por lo tanto pueden resolverse de manera satisfactoria utilizando la condición y por lo tanto pueden resolverse de manera satisfactoria utilizando las ecuaciones del flujo uniforme.

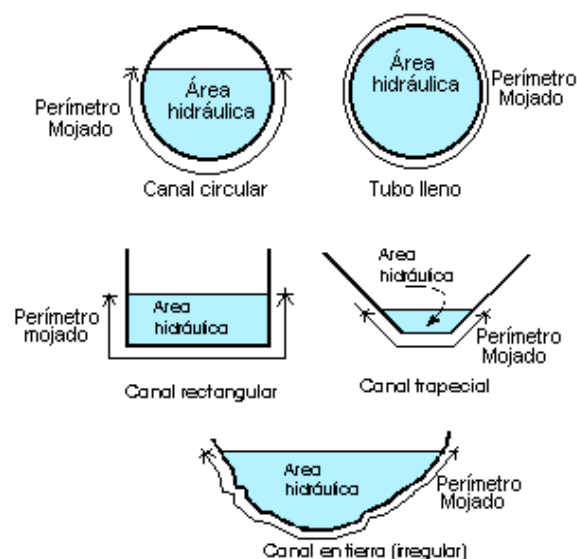
2.3 Ecuaciones fundamentales de un flujo

Desde hace varios siglos el ser humano ha tenido la necesidad de medir el comportamiento físico del agua en reposo o movimiento. Es por ello que ha inventado muchos aparatos que registran la velocidad, la presión, la temperatura y el gasto de agua, entre otros. Todos estos ingeniosos dispositivos aprovechan los principios que rigen el comportamiento físico del agua.

Son tres las ecuaciones fundamentales de un flujo:



Además existen otras series de caracterizaciones físicas del agua, que han sido determinadas para complementar estos principios, denominadas *relaciones constitutivas*. Algunas de ellas son densidad, velocidad, gasto, esfuerzo cortante, cargas hidráulicas, presión, número de Reynolds y Froude, flujo crítico, etc.



2.4 Diseño de un colector sanitario

2.4.1 Definiciones

Colector.- 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.

Interceptor.- Es la tubería que recibe exclusivamente las aguas negras de los colectores y termina en un emisor o en la planta de tratamiento.

Emisor.- Es el conducto que recibe las aguas de un colector o de un interceptor. No recibe ninguna aportación adicional 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 de la planta de tratamiento al sitio de descarga.

Albañal o descarga domiciliaria. Instalación que conecta la salida sanitaria de una edificación a la red de atarjeas.

Red de atarjeas.- La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores e interceptores.

Cabeza de atarjea. Extremo inicial de una atarjea.

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 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.

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 éste 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 una pendiente de 2 %.

Se tienen las atarjeas, localizadas generalmente al centro de las calles, las cuales van recolectando 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 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 exceden la máxima longitud recomendada para las maniobras de limpieza y ventilación.

Con objeto 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 para el proyecto. Para realizar un análisis adecuado de la red de atarjeas, se requiere considerar, en forma simultánea, las posibles alternativas de trazo y funcionamiento de colectores, emisores y descarga final.

2.5 Modelos de configuración para colectores, interceptores y emisores

Para recolectar las aguas residuales de la localidad, se debe seguir un modelo de configuración para el trazo de las principales tuberías, lo cual fundamentalmente depende de:

- La topografía dominante
- El trazo de las calles
- El o los sitios de vertido
- La disponibilidad de terreno para ubicar la(s) planta(s) de tratamiento.

En todos los casos deben de realizarse los análisis de alternativas que se requieran, tanto para definir los sitios y números de bombeos a proyectar, como el número de plantas de tratamiento y sitios de vertido, con objeto de asegurar el proyecto de la alternativa técnico-económica más adecuada.

Los patrones más usuales se pueden agrupar en la siguiente clasificación:

Modelo perpendicular

En el caso de una comunidad a lo largo de una corriente, con el terreno inclinándose suavemente hacia ésta, la mejor forma de colectar las aguas residuales se logra colocando tuberías perpendiculares a la corriente.

Adicionalmente debe analizarse la conveniencia de conectar los colectores, con un interceptor paralelo a la corriente, para tener el menor número de descargas.

Modelo radial

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

Modelo de interceptores

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

Modelo de abanico

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

2.6 Factores que intervienen en el diseño

Topografía

La circulación del agua en las tuberías debe tender a ser por gravedad, dependiendo de la correcta ubicación de colectores, interceptores y emisores, y de las pendientes que puedan obtenerse de acuerdo con la topografía de la zona.

Tuberías

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, intervienen diversas características tales como: resistencia mecánica, resistencia estructural del material, durabilidad, capacidad de conducción e instalación, flexibilidad en su diseño y facilidad de mantenimiento y reparación.

Obras accesorias. Comúnmente usadas para mantenimiento y operación del sistema:

- Descarga domiciliaria
- Pozos de visita
- Estructuras de caída
- Sifones
- Cruces

2.7 Ajuste geométrico

Es necesario que para el diseño geométrico del sistema, cumpla lo establecido para profundidades de pozos de visita, llámese cabeza de atarjea o pozo de visita tipo común, con las profundidades recomendadas (1.2, 1.3, y 1.5 m respectivamente), tomando como punto de partida la pendiente mínima o la necesaria en función del diámetro mínimo correspondiente.

Realizar las operaciones aritméticas necesarias, con la finalidad de realizar los correspondientes ajustes que permitan una pendiente exacta en milésimas y posteriormente se ajusta la profundidad del pozo de visita (todos los pozos de visita contara con sus cotas de plantilla, la profundidad del pozo, así como las correspondientes longitudes, pendientes y diámetros corregidos y ajustados).

2.8 Calculo de la población de proyecto

2.8.1 Población actual

Utilizando la información que proporcionan el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), relativa a cuando menos los últimos tres censos disponibles, se realiza la proyección de la población al término del periodo de diseño en que se ejecutan los estudios y proyectos. La proyección de la población debe de realizarse con un estudio que considere los datos disponibles o factibles de obtener para la localidad.

Para este fin la Comisión Nacional del Agua ha editado la Norma Técnica NT-011-CNA-2001 “Métodos de Proyección de Población”

Los resultados obtenidos de la población actual, por clase socioeconómica, se validan con la información que proporcione la Comisión Federal de Electricidad (CFE), referente a número de contratos de servicio doméstico, índice de hacinamiento (número de habitantes / vivienda) y cobertura en el servicio de energía eléctrica.

2.8.2 Población de proyecto

De acuerdo con las características socioeconómicas de la población y tomando en cuenta los planes de desarrollo urbano, se definirán las zonas habitacionales actuales y futuras para cada grupo demográfico.

Basándose en el crecimiento histórico, las variaciones observadas en las tasas de crecimiento, su característica migratoria y las perspectivas de desarrollo económico de la localidad, se definirá en caso de ser posible, la tasa de crecimiento en cada grupo demográfico para proyectar la población anualmente en un horizonte de 30 años. Esta tasa podrá ser constante o variable, según sea el caso, indicando los períodos para los cuales corresponde cada tasa de crecimiento.

Los factores básicos del cambio en la población son: el aumento natural (más nacimientos que muertes) y la migración neta (movimiento de las familias hacia dentro y hacia fuera de un área determinada).

2.9 Período de diseño

Se entiende por período de diseño, el intervalo de tiempo durante el cual la obra llega a su nivel de saturación, este período debe ser menor que la vida útil.

Los períodos de diseño están vinculados con los aspectos económicos, los cuales están en función del costo del dinero, esto es, a mayor tasas de interés menor período de diseño; sin embargo no se pueden desatender los aspectos financieros, por lo que en la selección del período de diseño se deben considerar ambos aspectos.

Considerando lo anterior, el dimensionamiento de las obras se realizará a períodos de corto plazo, definiendo siempre aquellas que, por sus condiciones específicas, pudieran requerir un período de diseño mayor por economía de escala.

Siempre que sea factible se deberán concebir proyectos modulares, que permitan diferir las inversiones el mayor tiempo posible. Se buscará el máximo rendimiento de la inversión, al disponer de infraestructura con bajos niveles de capacidad ociosa en el corto plazo.

Periodo de diseño

ELEMENTO	PERÍODO DE DISEÑO (años)
Fuente	
Pozo	5
Embalse (presa)	hasta 50
Línea de conducción	de 5 a 20
Planta potabilizadora	de 5 a 10
Estación de bombeo	de 5 a 10
Tanque	de 5 a 20
Distribución primaria	de 5 a 20
Distribución secundaria	a saturación (*)
Reetaneas	a saturación (*)
Colector y Emisor	de 5 a 20
Planta de tratamiento	de 5 a 10

2.10 Vida útil

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

ELEMENTO	VIDA UTIL (años)
Pozo	
Civil	de 10 a 30
Electromecánica *	de 2 a 20
Línea de conducción	de 20 a 40
Planta potabilizadora	
Civil	40
Electromecánica *	de 5 a 20
Estación de bombeo	
Civil	40
Electromecánica *	de 5 a 20
Tanque	
Superficial	40
Elevado	20
Distribución primaria	de 20 a 40
Distribución secundaria	de 15 a 30
Red de atarjeas	de 15 a 30
Colector y Emisor	de 20 a 40
Planta de tratamiento	
Civil	40
Electromecánica	de 15 a 20

- **Calculo de la población para el año 2010 de la localidad de Angamacutiro de la Unión Mpio, de Angamacutiro, Mich.**

Poblacion proyecto	=	(Total de viviendas)(Indice de hacinamiento)	
Total de viviendas	=	1455	
Indice de hacinamiento	=	DATO DE INEGI	
Indice de hacinamiento	=	4.23	Del año 2005
Total de viviendas	=	1105	= 1105 Viv.
Poblacion actual	=	1105 x 4.23	= 4674 Hab.

2.11 Método aritmético

En este método se considera que el incremento de población es constante y consiste en obtener el promedio anual en años anteriores y aplicarlos al futuro en base a las formulas siguientes:

$$P_f = P_a + I_N$$

Donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

I = Incremento promedio: $\hat{a} \ I_D / n_D$

$$I_D = (P_D - P_{(D-1)}) / N$$

Donde:

I_D = Incremento decenal

P_D = Población de cada decena

$P_{(D-1)}$ = Población de la decena anterior

N = Años transcurridos desde P_D Y $P_{(D-1)}$

No.	AÑO	POBLACION	INCREMENTO
1	1990	5,089	
2	1995	5,135	9.20
3	2000	4,892	-48.60
4	2005	4,527	-73.00
5	2010	4,674	29.43
			-82.97

$$I = -20.7425$$

Aplicando la fórmula de $P_F = P_a + I_N$

Año para el cálculo de la población futura:

2,011
2,015
2,020
2,025
2,030

P2011 = 4,403 HAB.
P2015 = 4,320 HAB.
P2020 = 4,216 HAB.
P2025 = 4,112 HAB.
P2030 = 4,008 HAB.

2.12 Método geométrico

El principio en que se basa este método es el de considerar que la población tendrá un incremento análogo, al que sigue un capital aumentado en sus intereses, esto siguiendo la fórmula de interés compuesto en el que el rédito es el factor de crecimiento.

$$P_f = P_a (1 + r)^n$$

Donde:

P_f = Población futura

P_a = Población actual

r = Taza de crecimiento

n = Años transcurridos

$$(1 + r) = (P_D / (P_{(D-1)}))^{(1/n)}$$

Donde:

P_D = Población de cada decena

$P_{(D-1)}$ = Población de la decena anterior

n = Años transcurridos desde P_D Y $P_{(D-1)}$

No.	AÑO	POBLACION	(1 + r)
1	1990	5,089	
2	1995	5,135	1.00180
3	2000	4,892	0.99035
4	2005	4,527	0.98461
5	2010	4,674	1.00642
			3.9832

$$(1 + r)_{\text{PROM.}} = 0.99579545$$

Aplicando la fórmula de $P_f = P_a (1 + r)^n$

Año para el cálculo de la población futura:

2,011
2,015
2,020
2,025
2,030

P2011 =	4,654	HAB.
P2015 =	4,577	HAB.
P2020 =	4,481	HAB.
P2025 =	4,388	HAB.
P2030 =	4,296	HAB.

2.13 Método del mínimo cuadrado

Sustituyendo en la fórmula del método aritmético; $p_f = p_a + i_n$, lo siguiente:

$$Y_c = P_f;$$

$$a = I;$$

$$X = N;$$

$$b = P_a$$

Obtenemos:

$$Y_c = b + ax$$

Que es la función de regresión lineal, para la línea recta, donde tenemos las siguientes ecuaciones normales:

$$\sum Y_o = a \sum X_o + nb$$

$$\sum X_o Y_o = a \sum X_o^2 + b \sum X_o$$

Resolviendo las ecuaciones para "a" y "b" obtenemos las siguientes formulas:

$$a = (n \sum X_o Y_o - \sum X_o \sum Y_o) / (n \sum X_o^2 - \sum X_o^2)$$

$$b = ((\sum Y_o) / n) - ((\sum X_o) / n) a$$

Aplicando lo anterior:

No.	AÑO 1960	POBLACION (Y _o)	X _o	X _o ²	X _o Y _o
1	1990	5,089	30	900	152,670
2	1995	5,135	35	1,225	179,725
3	2000	4,892	40	1,600	195,680
4	2005	4,527	45	2,025	203,715
5	2010	4,674	50	2,500	233,708
SUMA :		24,317	200	8,250	965,498

Sustituyendo en las ecuaciones de "a" y "b":

$$\left\{ \begin{array}{l} a = -28.7540 \\ b = 6,013.5900 \end{array} \right.$$

Sustituyendo en la ecuación $Y_c = b + ax$

Donde Y_c = Número de años a proyectar:

2,011
2,015
2,020
2,025
2,030

P2011 = 4,547 HAB.
P2015 = 4,432 HAB.
P2020 = 4,288 HAB.
P2025 = 4,145 HAB.
P2030 = 4,001 HAB.

2.14 Método de la curva exponencial

Sustituyendo en la fórmula del método geométrico; $P_f = P_a + (1 - r)^n$, lo siguiente :

$$a = P_a$$

$$b = (1 + r) :$$

$$Y = P_f ;$$

$$t = N$$

Obtenemos:

$$Y = a b^t$$

Que es la fórmula de regresión lineal, para la curva exponencial, donde tenemos las siguientes ecuaciones normales:

$$\sum \log Y_o = n \log a + \log \sum b \sum t$$

$$\sum t \log Y_o = \log a \sum t + \log b \sum t^2$$

Resolviendo las ecuaciones para "log a" y "log b" obtenemos las siguientes formulas:

$$\log b = (n \sum t \log Y_o - \sum t \sum \log Y_o) / (n \sum t^2 - \sum t^2)$$

$$\log a = ((\sum \log Y_o) / n) - ((\sum t) / n) \log b$$

Aplicando lo anterior:

No.	AÑO 1960	POBLACION (Yo)	log Yo	t	t ²	t log Yo
1	1990	5,089	3.706632	30	900	111.198974
2	1995	5,135	3.710540	35	1,225	129.868916
3	2000	4,892	3.689486	40	1,600	147.579458
4	2005	4,527	3.655810	45	2,025	164.511472
5	2010	4,674	3.669703	50	2,500	183.485132
SUMA :		24,317	18.432172	200	8,250	736.643952

Sustituyendo en las ecuaciones de "log a" Y "log b":

$$\log a = -0.002572$$

$$\log b = 3.789306$$

$$a = 0.994096$$

$$b = 6,156.10685$$

Sustituyendo en la ecuación $Y = a b^t$

Donde Y = Número de años a proyectar:

2,011

2,015

2,020

2,025

2,030

P2011 = 4,551 HAB.

P2015 = 4,445 HAB.

P2020 = 4,315 HAB.

P2025 = 4,189 HAB.

P2030 = 4,067 HAB.

- En base a los cálculos anteriores generamos un cuadro para obtener el promedio y llegar a determinar la población proyecto:

METODOS UTILIZADOS	A Ñ O S				
	2,011	2,015	2,020	2,025	2,030
METODO ARITMETICO	4,403	4,320	4,216	4,112	4,008
METODO GEOMETRICO:	4,654	4,577	4,481	4,388	4,296
METODO DEL MINIMO CUADRADO	4,547	4,432	4,288	4,145	4,001
METODO DE LA CURVA EXPONENCIAL.	4,551	4,445	4,315	4,189	4,067
SUMA :	18,156	17,773	17,301	16,834	16,373
PROMEDIO :	4,539	4,443	4,325	4,208	4,093
POB. PROY.	4,539	4,443	4,325	4,208	4,093

51

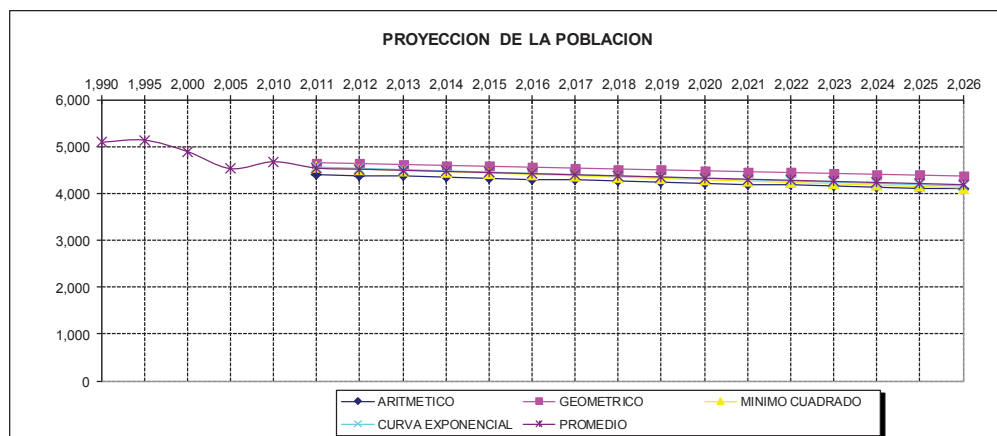
No.	AÑO	NUMERO DE AÑOS CENSALES	POBLACION (HAB)	CRECIMIENTO EN EL PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO DE POBLACION (ANUAL)
1	1,990		5,089		
2	1,995	5	5,135	46	1%
3	2,000	5	4,892	- 243	-5%
4	2,005	5	4,527	- 365	-7%
5	2,010	5	4,674	147	3%
6	2,011	1	4,539	- 135	-3%
7	2,015	4	4,443	- 96	-2%
8	2,020	5	4,325	- 118	-3%
9	2,025	5	4,208	- 117	-3%
10	2,030	5	4,093	- 115	-3%
SUMA :		40			-18%

TASA PROMEDIO DE CRECIMIENTO : -0.46% EN 35 AÑOS

PROYECCION DE LA POBLACION

	AÑO	ARITMETICO	GEOMETRICO	MINIMO CUADRADO	CURVA EXPONENCIAL	PROMEDIO	
	1,990					5,089	<- INEGI
	1,995					5,135	<- INEGI
	2,000					4,892	<- INEGI
	2,005					4,527	<- INEGI
	2,010					4,674	
1	2,011	4,403	4,654	4,547	4,551	4,539	
2	2,012	4,382	4,635	4,518	4,525	4,515	
3	2,013	4,361	4,615	4,490	4,498	4,491	
4	2,014	4,340	4,596	4,461	4,471	4,467	
5	2,015	4,320	4,577	4,432	4,445	4,443	
6	2,016	4,299	4,557	4,403	4,419	4,420	
7	2,017	4,278	4,538	4,375	4,393	4,396	
8	2,018	4,257	4,519	4,346	4,367	4,372	
9	2,019	4,237	4,500	4,317	4,341	4,349	
10	2,020	4,216	4,481	4,288	4,315	4,325	
11	2,021	4,195	4,462	4,260	4,290	4,302	
12	2,022	4,174	4,444	4,231	4,264	4,278	
13	2,023	4,154	4,425	4,202	4,239	4,255	
14	2,024	4,133	4,406	4,173	4,214	4,232	
15	2,025	4,112	4,388	4,145	4,189	4,208	
16	2,026	4,091	4,369	4,116	4,165	4,185	
17	2,027	4,071	4,351	4,087	4,140	4,162	
18	2,028	4,050	4,333	4,058	4,116	4,139	
19	2,029	4,029	4,315	4,030	4,091	4,116	
20	2,030	4,008	4,296	4,001	4,067	4,093	

POBLACION PROYECTO : 4,185 HABITANTES PARA EL AÑO 2026



NOTA: La población del año 2010 se calculó multiplicando el Índice de hacinamiento de la localidad (4.23 hab/vivienda) por el Número de viviendas, censadas localmente.

Debido a que la población de proyecto obtenida es menor a la actual, se utilizara el método de tasa de crecimiento estatal, ya que la tasa de crecimiento municipal también es negativa (-3.5%), la cual será la del periodo 1995-2000, ya que la del periodo 2000-2005 resulto -0,1%

Tasa de crecimiento Estatal (1995-2000) = 2.20%
 Población Actual (2010)= 4,674

AÑO	Pob. Proyecto.
2010	4,674
2011	4,777
2012	4,882
2013	4,989
2014	5,099
2015	5,211
2016	5,326
2017	5,443
2018	5,563
2019	5,685
2020	5,810
2021	5,938
2022	6,069
2023	6,202
2024	6,339
2025	6,478
2026	6,621
2027	6,767
2028	6,915
2029	7,068
2030	7,223

Poblacion Proyecto para el año 2030 = 7,223 habitantes

2.15 Obtención de gastos

Una de las variables que más interesa en los sistemas hidráulicos es el gasto, debido a que a través de él se cuantifican los consumos, extracciones y descargas de agua y se establecen las gestiones de concesión de los servicios.

El gasto o caudal Q , es una cantidad hidráulica que se define como el volumen de agua que pasa por una sección de un conducto en un determinado tiempo, es decir:



El caudal de proyecto se determinó a partir de la población calculada y de la dotación propuesta, se anexa en memoria de cálculo.

La cuantificación del gasto medio de aguas negras en un tramo de la red, se hace en función de la población y de la aportación de aguas negras. Esta aportación equivale a un porcentaje de la dotación de agua potable, el cual se obtiene a partir de mediciones en la localidad correspondiente, sin embargo cuando no se cuenta con esta información se puede utilizar el 75%, En el cálculo de la aportación se debe considerar la dotación de agua potable en función de los diferentes usos del suelo, sean comercial, industrial y domésticos popular, medio y residencial.

2.16 Dotación

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas que existen en cualquier sistema de distribución, su unidad es en lts / hab. / día.

Para el desarrollo de este proyecto se ha determinado la dotación de desarrollos habitacionales, educativos, áreas de salud y espacios abiertos.

CONSUMO PARA USO PUBLICO DE ANGAMACUTIRO DE LA UNION, MPIO. DE ANGAMACUTIRO, MICH.			
TIPO DE INSTALACION		CONSUMO DE AGUA	TOTAL LTS.
EDUCACION	ALUMNOS	LTS / ALUMNO / TURNO	
PREPARATORIA	394	20	7,880.00
SECUNDARIA	657	20	13,140.00
PRIMARIA	894	20	17,880.00
PRE-ESCOLAR	354	20	7,080.00
TOTAL:	2299		
SALUD	CAMAS O HUESPED	LTS/CAMA/DIA O LTS/HUESPED	
CLINICA	20	800	16,000.00
ALBERGUE		300	-
ESPACIOS ABIERTOS	M2	LTS M2. DIA	
*JARDINES Y CALLES	29100	5	145,500.00
			207,480.00

*Se riegan en promedio un area de 5x4 m en cada vivienda (1105 viviendas)

2.17 Aportación de alcantarillado sanitario.

Se establece el criterio de valorar el gasto de aportación de alcantarillado sanitario como un porcentaje del gasto de consumo de agua potable.

Para los desarrollos de Angamacutiro se establece el 75% de aportación de aguas negras, considerando que el 25% se consume o se pierde en el riego de áreas verdes y pérdidas en tubería.

$$QAN = 75\% Q_{med} APORT \text{ (lts. / hab / día)}$$

Para los desarrollos industriales y comerciales, el desarrollador deberá de analizar el porcentaje de la dotación que se verterá al alcantarillado sanitario, considerando que parte del agua de consumo debe de emplearse en el reúso del proceso industrial y áreas verdes.

Proyección de la demanda de agua y aportación de aguas negras para Angamacutiro de la Unión, Mpio. de Angamacutiro, Mich.

CONCEPTO	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Poblacion estimada C.F.E																					
Poblacion estimada autoridades locales	4674																				
Poblacion estimada censo local																					
Poblacion Total	4,674	4,777	4,882	4,989	5,099	5,211	5,326	5,443	5,563	5,685	5,810	5,938	6,069	6,202	6,339	6,478	6,621	6,767	6,915	7,068	7,223
Perdidas (%)	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Consumos de agua para la sistemas urbanos (m³/dia)																					
Consumo Domestica total (150 lit/hab/dia) m3/dia	701.12	716.55	732.31	748.42	764.89	781.71	798.91	816.49	834.45	852.81	871.57	890.75	910.34	930.37	950.84	971.76	993.13	1014.98	1037.31	1060.13	1083.46
Consumo de servicio publico (m3/dia)	207.48	212.04	216.71	221.48	226.35	231.33	236.42	241.62	246.94	252.37	257.92	263.59	269.39	275.32	281.38	287.57	293.89	300.36	306.97	313.72	320.62
Suma de los consumos (m3/dia)	908.60	928.59	949.02	969.90	991.24	1013.04	1035.33	1058.11	1081.39	1105.18	1129.49	1154.34	1179.74	1205.69	1232.21	1259.32	1287.03	1315.34	1344.28	1373.86	1404.08
Demanda de agua y dotacion para sistemas urbanos (m³/dia)																					
Demanda Domestica total	824.85	843.00	861.54	880.50	899.87	919.66	939.90	960.57	981.71	1003.31	1025.38	1047.94	1070.99	1094.55	1118.63	1143.24	1168.39	1194.10	1220.37	1247.22	1274.66
Demanda de servicio publico	207.48	249.46	254.95	260.56	266.29	272.15	278.14	284.26	290.51	296.90	303.44	310.11	316.93	323.91	331.03	338.31	345.76	353.36	361.14	369.08	377.20
Suma Total de las demandas (m3/dia)	1032.33	1092.46	1116.50	1141.06	1166.16	1191.82	1218.04	1244.83	1272.22	1300.21	1328.81	1358.05	1387.92	1418.46	1449.66	1481.56	1514.15	1547.46	1581.51	1616.30	1651.86
Perdidas (m3/dia)	154.85	163.87	167.47	171.16	174.92	178.77	182.71	186.73	190.83	195.03	199.32	203.71	208.19	212.77	217.45	222.23	227.12	232.12	237.23	242.45	247.78
Suma de las demandas (m3/dia)	1187.18	1256.33	1283.97	1312.22	1341.09	1370.59	1400.74	1431.56	1463.05	1495.24	1528.14	1561.75	1596.11	1631.23	1667.11	1703.79	1741.27	1779.58	1818.73	1858.75	1899.64
Dotacion de agua (l/hab/dia)	253.99	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00	263.00
Datos de proyecto de agua potable																					
Gasto Medio Diario (l/s)	13.74	14.54	14.86	15.19	15.52	15.86	16.21	16.57	16.93	17.31	17.69	18.08	18.47	18.88	19.30	19.72	20.15	20.60	21.05	21.51	21.99
Gasto Maximo Diario (l/s), cvd=1.4	19.24	20.36	20.81	21.26	21.73	22.21	22.70	23.20	23.71	24.23	24.76	25.31	25.86	26.43	27.01	27.61	28.22	28.84	29.47	30.12	30.78
Gasto Maximo Horario (l/s), cvh=1.55	29.82	31.55	32.25	32.96	33.68	34.42	35.18	35.95	36.75	37.55	38.38	39.22	40.09	40.97	41.87	42.79	43.73	44.70	45.68	46.68	47.71
Aportacion de alcantarillado Sanitario																					
APORTACION DE AGUAS NEGRAS (%)	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Aportacion de alcantarillado Sanitario (m3/dia)	890.38	942.25	962.98	984.16	1005.81	1027.94	1050.56	1073.67	1097.29	1121.43	1146.10	1171.32	1197.08	1223.42	1250.34	1277.84	1305.96	1334.69	1364.05	1394.06	1424.73
Aportacion de alcantarillado Sanitario (l/hab/dia)	190.49	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25	197.25

CAPITULO 3

DISEÑO DEL EMISOR-COLECTOR DE AGUAS RESIDUALES

3.1 Diseño geométrico

Basada en información topográfica, se define una mejor ruta del trazo del colector-emisor; considerando la conveniencia técnico-económica de contar con uno a varios sitios de descarga, hasta su correspondiente planta de tratamiento.

El primer paso del proyecto consistió en efectuar el trazo del emisor, interceptor y colector, de lo que conviene hacer una alternativa eligiendo la más económica dentro de un óptimo funcionamiento.

En los casos en que se cuente con tubería existente, se hace una revisión detallada eligiendo los tramos aprovechables por su buen estado de conservación y por reunir los requisitos de capacidad necesaria, los que se toman en cuenta en el proyecto total como parte de él, modificando o reforzando la tubería que lo requiera.

Los pasos subsecuentes del proyecto son el cálculo de la pendiente y elevaciones de plantilla para todos y cada uno de los tramos de tubería, la selección del tipo de tubería por utilizar (en función del análisis técnico-económico que plantee la solución de mínimo costo), y el cálculo de los diámetros.

Las profundidades de instalación de los colectores, interceptores y emisores, quedan definidas por:

- Las cotas de la red de atarjeas en sus puntos de entrega (existentes y de proyecto)
- La topografía
- El trazo
- Los colchones mínimos
- Las velocidades máxima y mínima
- Las pendientes del proyecto
- La existencia de conductos de otros servicios
- La economía de las excavaciones
- La resistencia de las tuberías a cargas exteriores

El colchón mínimo necesario para evitar rupturas del conducto se indica en la sección

La profundidad máxima se determinó mediante un estudio económico comparativo entre el costo de instalación del conducto principal trabajando a gravedad, o de haber sido otro caso el utilizar bombeo.

Fue conveniente calcular en forma aproximada las pendientes gobernadoras entre determinados puntos críticos relativos a la condición topográfica, cruces con accidentes naturales, cruces con obras de otros servicios y conexiones con tuberías existentes, entre otros.

El cálculo de las pendientes y elevaciones de plantilla que se llevó a cabo tramo por tramo, depende del debido aprovechamiento de los desniveles topográficos, procurando que las pendientes de la tubería resultaran semejantes a las del terreno.

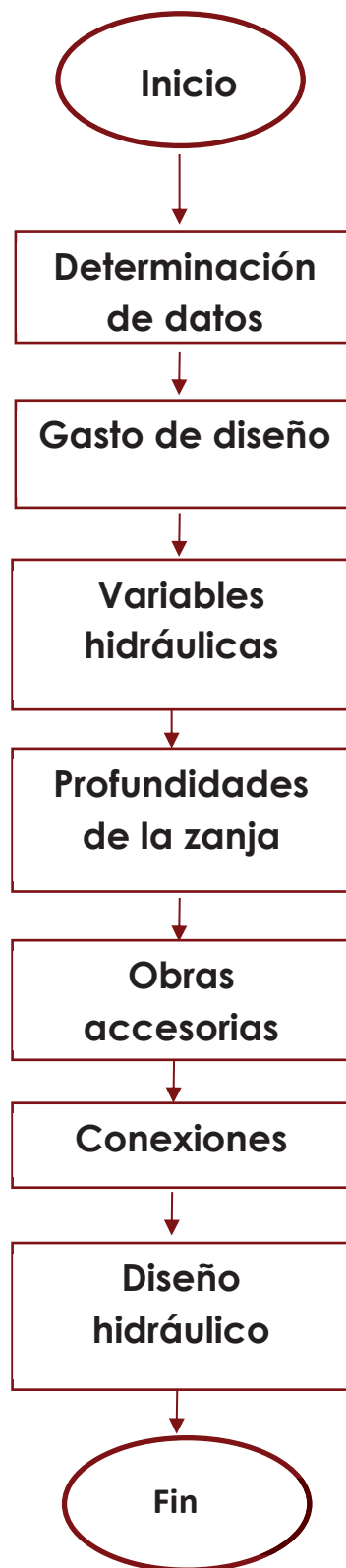
La elección de la pendiente se hizo en forma tal que la tubería satisficiera, y resultara con el menor diámetro, la capacidad de conducción requerida no excediendo el límite de profundidad mínima, pendientes y velocidades máximas y mínimas.

➤ **Colectores e interceptores**

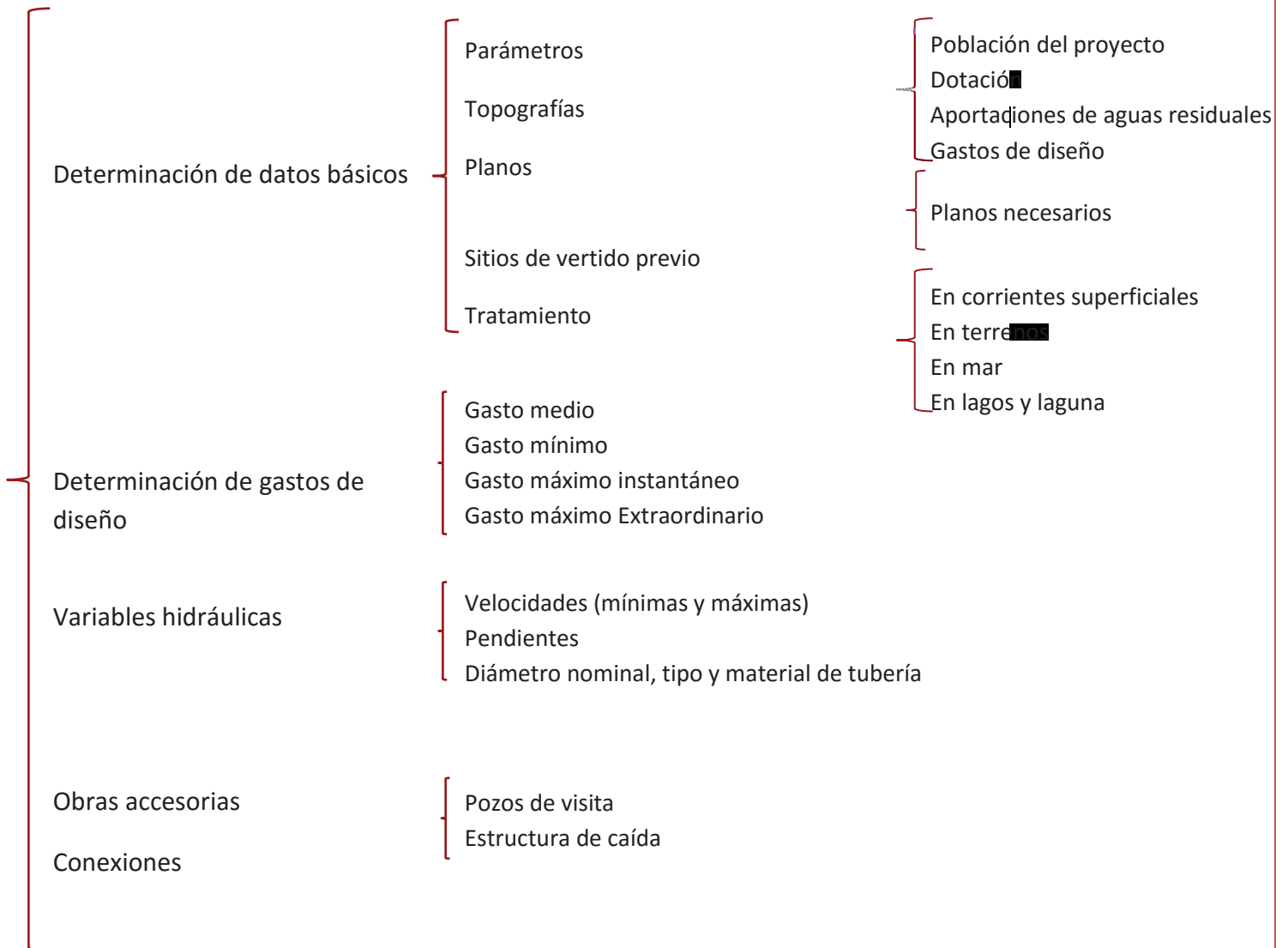
El diseño hidráulico de los colectores e interceptores, se lleva a cabo en forma análoga al de la red de atarjeas.

➤ **Emisores**

El emisor tiene por objeto conducir el caudal de aguas negras de la red de alcantarillado, a la planta de tratamiento y de la planta de tratamiento al sitio de vertido final. Pueden trabajar a gravedad o a presión dependiendo de las condiciones particulares del proyecto.



3.2 Revisión hidráulica



3.3 Gastos de diseño para alcantarillado sanitario

Los gastos que se consideran en esta tesis de alcantarillado sanitario son:

- Gasto medio
- Gasto mínimo
- Gasto máximo instantáneo
- Gasto máximo extraordinario

3.3.1 Gasto medio

Es el valor del caudal de aguas negras residuales en un día de aportación promedio al año. Considerando que el alcantarillado sanitario deba de ser hermético y que en el caso de la localidad de Angamacutiro, no se tiene la presencia de aguas freáticas, no se adicionará a este caudal el volumen de infiltraciones.

El gasto medio de aportaciones se calcula con:

$$Q_{med\ AN} = Q_{AN} = \frac{AP \times P}{86,400}$$

donde:

$Q_{med\ AN}$ Gasto medio de aguas negras en, l / seg.

AP Aportación de aguas negras en l / hab / día (% del consumo de agua)

P Población en número de habitantes

86,400 segundos al día

3.3.2 Gasto mínimo

El gasto mínimo Q_{min} es el menor volumen de escurrimiento que se presenta y se calcula con la siguiente fórmula:

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

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

Con este gasto se revisa la velocidad mínima, la cual no debe ser menor a 0.30 m/seg., empezando con el diámetro mínimo permisible de 30 cm

3.3.3 Gasto máximo instantáneo

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Se obtiene a partir del **Coeficiente de Harmon (M)**:

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

Donde:

M Coeficiente de Harmon o de variación instantánea

P_m población en miles de habitantes

El gasto máximo instantáneo se calcula con:

$$Q_{minst} = M \times Q_{med AN}$$

donde:

Q_{minst} Gasto máximo instantáneo en lts. / seg.

M Coeficiente de Harmon o de variación instantánea.

$Q_{med AN}$ Gasto medio de aguas negras en, l / seg.

3.3.4 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: escurrimientos de aguas pluviales de bajadas de azoteas, patios o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado.

En función de éste gasto se determina el diámetro de las tuberías, ya que brinda un margen de seguridad para prever los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red de alcantarillado sanitario y se revisa la velocidad máxima comparándola con la permitida según la tabla de velocidades.

Para el caso del desarrollo de la zona de la localidad de Angamacutiro, se determina como coeficiente de seguridad 1.5, obteniendo la siguiente fórmula:

$$Q_{mext} = 1.5 \times Q_{minst}$$

donde:

Q_{mext} Gasto máximo extraordinario en lts / seg.

1.5 Valor del coeficiente de seguridad

Q_{minst} Gasto máximo instantáneo en lts. / seg.

3.4 Velocidades máxima y mínima permisibles.

3.4.1 Velocidad mínima.

Con objeto de que no se presenten depósitos o sedimentos en las tuberías de alcantarillado sanitario, se establece como velocidad mínima $V_{min} = 0.3 \text{ m /seg.}$, para el gasto mínimo.

3.4.2 Velocidad máxima.

Para evitar las erosiones o desgastes excesivos en las tuberías y estructuras de alcantarillado sanitario se establece como velocidad máxima la que se obtenga con el cálculo del diámetro de tubería empleando el gasto máximo extraordinario Q_{mext} , no excediendo los valores de la tabla en función del tipo de material de la tubería.

Velocidad máxima y mínima permisible en tubería

Material de la tubería	Velocidad (m/seg.)	
	Mínima	Máxima
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	0.30	3.00
Concreto reforzado a partir de 60 cm de diámetro	0.30	3.50
Acero con revestimiento	0.30	5.00
Acero sin revestimiento		
Acero galvanizado		
Asbesto cemento		
Fierro fundido		
Hierro dúctil		
PEAD (Polietileno de Alta Densidad)		
PVC (Policloruro de Vinilo)		

Para el caso de pendientes fuertes, donde no se pueda seguir la pendiente del terreno, será necesario hacer escalonamientos en el perfil de la línea de alcantarillado, utilizando para este caso tuberías que no sean afectadas por el sulfuro de hidrógeno que se produce en las caídas libres.

La velocidad en las tuberías llenas, se calcula con la siguiente fórmula de Manning:

$$V = (r^{2/3} \times S^{1/2}) / n$$

donde:

V Velocidad media del flujo en m / seg.

r Radio hidráulico total de la tubería

S Pendiente h / l

n Coeficiente de fricción (ver tabla 2.1.5.b)

Para el caso de de tuberías parcialmente llenas, la formula anterior se convierte en:

$$V = (rh^{2/3} \times S^{1/2}) / n$$

donde:

V Velocidad media del flujo en m / seg.

rh Radio hidráulico de la tubería parcial = A / pm

A Área transversal del flujo en m²

Pm Perímetro mojado en m.

S Pendiente h / l

n Coeficiente de fricción (ver tabla 2.1.5.b)

Coeficiente de fricción n para las fórmulas de Manning.

Material	n
PVC y Polietileno de alta densidad	0.009
Asbesto Cemento	0.010
Hierro fundido nuevo	0.013
Hierro fundido usado	0.017
Concreto liso	0.012
Concreto rugoso	0.016
Mampostería con mortero de cemento	0.020
Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxy	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

C A L C U L O H I D R A U L I C O

COLECTOR									
LOCALIDAD: ANGAMACUTIRO DE LA UNION									
MUNICIPIO: ANGAMACUTIRO									
POBLACION PROYECTO TOTAL: 7,223		% DE AREA DE PROYECTO		100.00%					

7,223 hab.	Gasto total:	16.48 l/s	n PVC: 0.009
1,338.48 m.	Gasto / LT:	0.012320 l/s/m	n Conc: 0.013
263.00 l/habida	Población por longitud de red:	5.39646 l/habida	TUBERIA DE PROY. PVC
75 % Dotación	FECHA:		

OBSERVACIONES:									
Coeficiente de Seguridad (Ca) = 1.5									
NOTA:									
En localidades Urbanas todo el relleno se considera compactado									

CRUCERO (No. Pozo y Tramo)	LONGITUDES	POBLACION SERVIDA acumulada (hab)	COEF. DE HARMON M	GASTO INF.LT. Acumulado (l/s)	GASTOS DE AGUAS NEGRAS (l/s)						PENDIENTE S	PLANTILLA F	CLAVE Revisión Existente Proyecto	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO						TIRANTE MINIMO (cm)	CALCULO TRIANTE MINIMO (cm)	COTAS		CADA EN EL POZO (m)	COLCHON SOBRE LONGITUD (m)	PROFUNDIDADES				EXCAVACION (m3)				VOLUMENES DE RELLENO				ACARREO (m3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
					MINIMO	DEL GASTO MINIMO	MEDIO	DEL GASTO MEDIO	MAXIMO	EXTRAORDINARIO				TUBO LLENADO		VELOCIDAD A GASTO		MINIMO	MAXIMO			CALCULO V.M (%)	CALCULO V.M (%)			ENTRADA (m s.n.c)	SALIDA (m s.n.c)	PARA EL POZO	PARA EL TRAMO	Hasta 2 (m)	2 a 4 (m)	4 a 6.5 (m)	PLANTILLA (m3)	COMPACT (m3)	A VOLTEO (m3)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
														Gasto (l/s)	Velocidad (m/s)	Mínimo (m/s)	Cálculo V.M (%)																			Máximo (m/s)	Cálculo V.M (%)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
COLONIA LOMBARDO TOLEDANO																																	2,003.47	2,001.97	2,001.97	0.00	1.01	1.01	1.50	0.50	1.50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

CRUCERO.

Columna 1. Numero de pozos y tramo de la línea de conducción.

LONGITUDES

Columna 2. Propia por tramo de línea de conducción.

Columna 3. Tributaria.

Columna 4. Acumulada.

LONG. TOTAL (m)
1,338.48

POBLACIÓN SERVIDA

Columna 5. Población total de proyecto (acumulada)

POBLACION PROYECTO TOTAL:	7,223 habs.
----------------------------------	--------------------

Columna 6. Coeficiente de HARMON $M=3.09$

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

Columna 7. Gasto infiltrado

GASTOS DE AGUAS NEGRAS

Columna 8. Q_{min}

Columna 9. Calculo del Gasto Minimo

Columna 10. Q_{med}

Columna 11. Calculo del Gasto Medio

Columna 12. Q_{max}

Columna 13. Q_{Mext}

En base a los gastos totales anteriores se obtienen los gastos parciales para cada tramo en forma proporcional a la longitud de la atarjea en estudio o al número de descargas que recibe el tramo, acumulando los gastos de cada atarjea para la siguiente. Los gastos utilizados para el cálculo de las atarjeas son:

$$\text{Gasto mínimo } Q_{\min} = 0.5 \times Q_{\text{med AN}}$$

$$\text{Gasto máximo extraordinario } Q_{\text{Mext}} = 1.5 \times Q_{\min}$$

Obtenidos en forma proporcional a la longitud propia del tramo en estudio, relacionado con la longitud total de la red:

$$Q_{\min} \text{ del tramo 1-2} = \frac{Q_{\min} \times \text{longitud propia tramo 1-2} + \text{long. acumulada}}{\text{Longitud total de la red del desarrollo}}$$

$$Q_{\text{Mext}} \text{ del tramo 1-2} = \frac{Q_{\text{Mext}} \times \text{longitud propia tramo 1-2} + \text{long. acumulada}}{\text{Longitud total de la red del desarrollo}}$$

O bien en base al número de descargas que recibe cada tramo de atarjea:

$$Q_{\min} \text{ del tramo 1-2} = \frac{Q_{\min} \text{ total} \times \text{No. de descargas del tramo 1-2} + \text{desc. acum}}{\text{No. total de descargas total del desarrollo}}$$

$$Q_{\text{Mext}} \text{ del tramo 1-2} = \frac{Q_{\text{Mext}} \text{ No. de descargas del tramo 1-2} + \text{desc. acum}}{\text{No. total de descargas total del desarrollo}}$$

Con el gasto mínimo se verifica la velocidad mínima del tramo, debiendo ser igual o superior a la mínima de velocidades máximas y mínimas permitidas.

Con el gasto máximo extraordinario se verifica la velocidad máxima del tramo, debiendo ser igual o menor a la especificada, de velocidades máximas y mínimas permitidas.

GASTOS DE AGUAS NEGRAS (l.p.s.)						
MINIMO	CALCULO DEL GASTO MINIMO	MEDIO	CALCULO DEL GASTO MEDIO	MAXIMO	MAXIMO EXTRAOR- DINARIO	MAXIMO EXTRAOR- DINARIO
8.24	8.24	16.49	16.49	51.01	76.52	76.52

PENDIENTE

Columna 14. Plantilla (milésimas) $S = 3.0$

Columna 15. Φ (cm) $F = 45$

DIAMETROS DE LAS TUBERIAS DE CONCRETO DE PROYECTO						LONG.
DIAM	DIAM	DIAM	DIAM	DIAM	DIAM	TOTAL
20	25	30	45	63	80	(m)
			1,338.48			1,338.48

CLAVE

Columna 16. Revisión de Proyecto

FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO**TUBO LLENO**

Columna 17. Gasto

Columna 18. Velocidad

VELOCIDAD A GASTO

Columna 19. Mínimo

Velocidad mínima. Con objeto de que no se presenten depósitos o sedimentos en las tuberías de alcantarillado sanitario, se establece como velocidad mínima $V_{min} = 0.3$ m /seg.

Columna 20. Calculo

Columna 21. Máximo

Velocidad máxima. Para evitar las erosiones o desgastes excesivos en las tuberías y estructuras de alcantarillado sanitario se establece como velocidad máxima la que se obtenga con el cálculo del diámetro de tubería empleando el gasto máximo extraordinario Q_{mext} .

Columna 22. Calculo

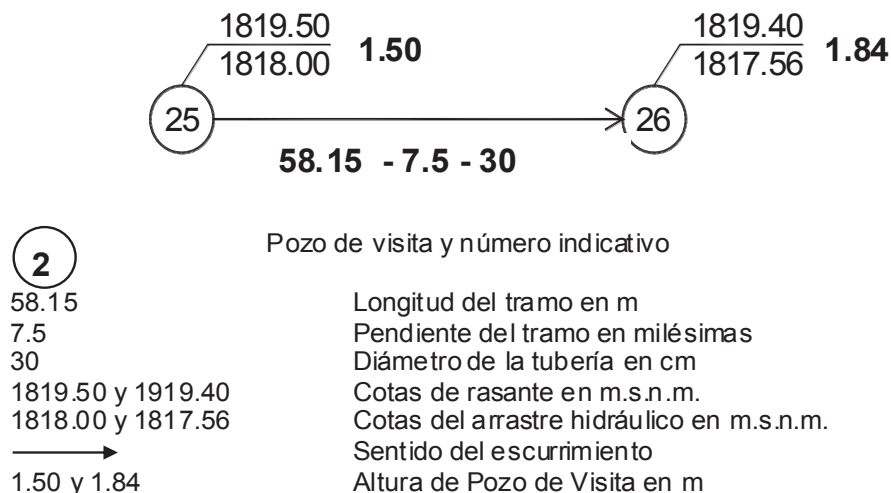
Las velocidades mínima y máxima se verifican con la fórmula:

$$V = (rh^{2/3} \times S^{1/2}) / n$$

Donde la pendiente de plantilla será para el gasto mínimo o el gasto máximo, según el caso considerando que el diámetro mínimo de atarjea debe ser 45 cm, se revisan las velocidades reales mínima y máxima en forma inicial para éste diámetro, con las pendientes determinadas en la primera alternativa.

En caso de no cumplirse con las velocidades mínima y máxima, se deberán de modificar las pendientes en primer término y de ser necesario el diámetro de la atarjea.

Una vez verificadas y aprobadas las velocidades mínima y máxima, así como el diámetro de la tubería, se obtendrán las cotas del nivel de rasante y del arrastre hidráulico para cada pozo de visita, para cada registro sanitario y para cada caja de alcantarillado, así como la longitud del tramo y la pendiente en milésimas, según la siguiente notación:



Columna 23 & Columna 24. Tirante

Si la $V_{min} = 0.3$ entonces el tirante debe ser mayor a 1.5

COTAS

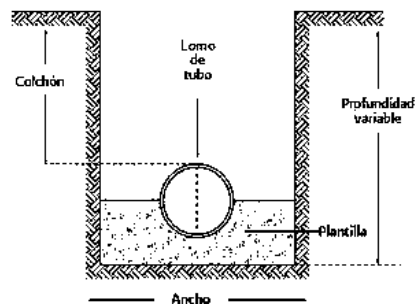
Columna 25. Cota Terreno (m.s.n.m.)

PLANTILLA

Columna 26 & Columna 27. Entrada y Salida
 $(\text{Cota entrada} - \text{pendiente } S) * (L_{\text{propia}} / 1000.2)$

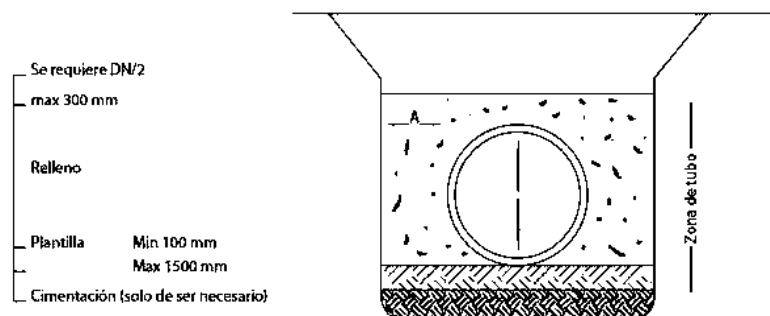
Columna 28. Caída en el pozo
 (Plantilla Entrada – Plantilla Salida) debe ser mayor a 0.4

Columna 29. Colchón

**PROFUNDIDADES****PARA EL POZO**

Columna 30. Real

Columna 31. Adoptada



PARA EL TRAMO

Columna 32. Promedio

Columna 33. Adoptada

NUMERO DE POZOS PARA PROFUNDIDADES (m) DE:																			TOTAL
1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	POZOS
0	1	3	8	2	2	3	0	0	5	0	0	0	0	0	1		0	0	25

NUMERO DE POZOS PARA PROFUNDIDADES (m) DE:																			TOTAL
1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,75	5,00	5,50	5,75	6,50		POZOS
0	21	3	8	2	2	3	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0		45

VOLÚMENES

EXCAVACIÓN

Columna 34, Columna 35, Columna 36.

Columna 37. Cama o Plantilla

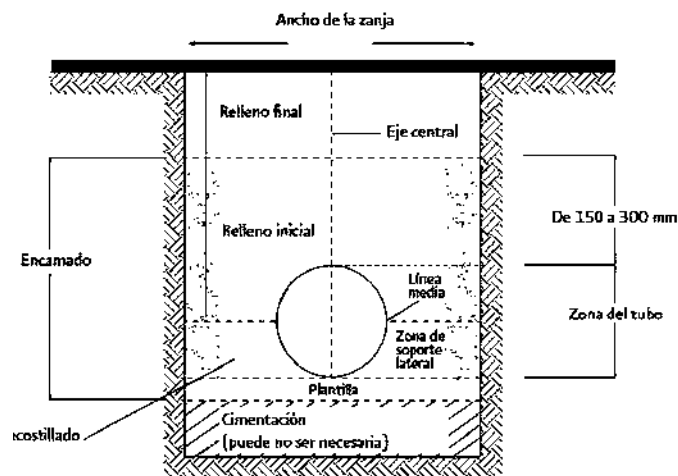
RELLENO

Columna 38. Compacto

Columna 39. A Volteo

Columna 40. Acarreo

VOLUMENES TOTALES (m ³) DE:			
EXC	C A M A	RELLENO	ACARREO
3.601,70	214,16	3.009,00	687,06



3.5 Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección y limpieza de las alcantarillas. **Se utilizan para la unión de varias tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente.**

Los materiales utilizados en la construcción de los pozos de visita, deben asegurar la hermeticidad de la estructura y de la conexión con la tubería.

El cambio de diámetro se debe hacer por medio de una transición dentro de un pozo de visita indicándose en cada caso, en el plano del proyecto, las elevaciones de sus plantillas, tanto de llegada como de salida.

La disposición de las plantillas de las tuberías en los pozos de visita debe facilitar las operaciones de limpieza.

- Los pozos de visita se clasifican en pozos comunes, pozos especiales y pozos caja.



Pozo de Visita Común

FUENTE: H. Ayuntamiento de Cohuecan (Foto tomada en la Obra de Construcción de Aguas Residuales en la Cabecera Municipal)
<http://cohuecan.gob.mx/web/noticia.php?id=7>

CAPITULO 4

GENERADORES, PRESUPUESTO & ELABORACIÓN DE PLANOS

4.1 Generadores de obra

OBRA : COLECTOR SANITARIO
 LOCALIDAD: ANGAMACUTIRO DE LA UNION
 MUNICIPIO: ANGAMACUTIRO, MICH.

CADENAMIENTO	LONGITUD (M)	CEPA		CLASIFICACION		EXCAVACION			PLANTILLA		TUBO				RELLENOS				MAT. SOBRANTE PROD. EXC.
		ANCHO	PROF.	B	C	TOTAL	B	C	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	DIAM CMS	TIPO DE MATERIAL	DIAM EXT (CM)	VOLUMEN (M3)	COMPACTADO		A VOLTEO		
															ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	ESPESOR (M)	VOLUMEN (M3)	
COLECTOR																			
1 - 2	17.41	1.05	1.23	80%	20%	22.41	17.93	4.48	0.10	1.83	45	PVC S 25	50.60	3.50	0.806	11.23	0.32	5.85	4.55
2 - 3	19.86	1.05	1.22	80%	20%	25.46	20.37	5.09	0.10	2.09	45	PVC S 25	50.60	3.99	0.806	12.81	0.32	6.57	5.19
3 - 4	36.02	1.05	1.25	80%	20%	47.35	37.88	9.47	0.10	3.78	45	PVC S 25	50.60	7.24	0.806	23.24	0.35	13.09	9.42
4 - 5	51.61	1.05	1.36	80%	20%	73.51	58.81	14.70	0.10	5.42	45	PVC S 25	50.60	10.38	0.806	33.30	0.45	24.41	13.49
5 - 6	43.66	1.05	1.43	80%	20%	65.40	52.32	13.08	0.10	4.58	45	PVC S 25	50.60	8.78	0.806	28.17	0.52	23.86	11.41
6 - 7	91.21	1.05	1.46	80%	20%	140.10	112.08	28.02	0.10	9.58	45	PVC S 25	50.60	18.34	0.806	58.85	0.56	53.34	23.84
7 - 8	99.11	1.05	1.49	80%	20%	154.84	123.87	30.97	0.10	10.41	45	PVC S 25	50.60	19.93	0.806	63.94	0.58	60.56	25.91
8 - 9	35.44	1.05	1.60	80%	20%	59.68	47.75	11.94	0.10	3.72	45	PVC S 25	50.60	7.13	0.806	22.86	0.70	25.97	9.26
9 - 10	50.82	1.05	1.73	80%	20%	92.13	73.70	18.43	0.10	5.34	45	PVC S 25	50.60	10.22	0.806	32.79	0.82	43.78	13.29
10 - 11	30.88	1.05	1.72	80%	20%	55.92	44.74	11.18	0.10	3.24	45	PVC S 25	50.60	6.21	0.806	19.93	0.82	26.54	8.07
11 - 12	19.34	1.05	1.74	80%	20%	35.32	28.26	7.06	0.10	2.03	45	PVC S 25	50.60	3.89	0.806	12.48	0.83	16.92	5.06
12 - 13	55.25	1.05	1.72	80%	20%	100.05	80.04	20.01	0.10	5.80	45	PVC S 25	50.60	11.11	0.806	35.65	0.82	47.48	14.44
13 - 14	56.78	1.05	1.76	80%	20%	105.20	84.16	21.04	0.10	5.96	45	PVC S 25	50.60	11.42	0.806	36.64	0.86	51.19	14.84
14 - 15	104.06	1.05	1.93	80%	20%	210.32	168.26	42.06	0.10	10.93	45	PVC S 25	50.60	20.92	0.806	67.14	1.02	111.33	27.20
15 - 16	68.41	1.05	1.96	80%	20%	140.75	112.60	28.15	0.10	7.18	45	PVC S 25	50.60	13.76	0.806	44.14	1.05	75.67	17.88
16 - 17	76.82	1.20	1.94	80%	20%	179.19	143.36	35.84	0.12	11.06	63	PVC S 25	68.60	28.39	0.986	62.50	0.84	77.25	36.91
17 - 18	25.87	1.20	2.00	80%	20%	61.98	49.58	12.40	0.12	3.73	63	PVC S 25	68.60	9.56	0.986	21.05	0.89	27.64	12.43
18 - 19	9.21	1.20	2.09	80%	20%	23.09	18.47	4.62	0.12	1.33	63	PVC S 25	68.60	3.41	0.986	7.50	0.98	10.86	4.43
19 - 20	77.96	1.20	2.18	80%	20%	204.18	163.34	40.84	0.12	11.23	63	PVC S 25	68.60	28.81	0.986	63.43	1.08	100.71	37.46
20 - 21	102.68	1.20	2.16	80%	20%	266.33	213.07	53.27	0.12	14.79	63	PVC S 25	68.60	37.95	0.986	83.54	1.06	130.05	49.34
21 - 22	173.39	1.20	2.27	80%	20%	471.89	377.51	94.38	0.12	24.97	63	PVC S 25	68.60	64.08	0.986	141.07	1.16	241.77	83.31
22 - 23	24.84	1.20	2.35	80%	20%	70.15	56.12	14.03	0.12	3.58	63	PVC S 25	68.60	9.18	0.986	20.21	1.25	37.19	11.93
23 - 24	32.89	1.20	2.20	80%	20%	86.93	69.54	17.39	0.12	4.74	63	PVC S 25	68.60	12.16	0.986	26.76	1.10	43.28	15.80
24 - 25	34.98	1.20	2.26	80%	20%	94.69	75.75	18.94	0.12	5.04	63	PVC S 25	68.60	12.93	0.986	28.46	1.15	48.27	16.81
ESTA HOJA	1,338.48					2,786.88	2,229.50	557.38		162.33				363.29		957.66		1,303.60	472.28
ACUMULADO	1,338.48					2,786.88	2,229.50	557.38		162.33				363.29		957.66		1,303.60	472.28

4.2 Presupuesto

OBRA : COLECTOR SANITARIO
LOCALIDAD: ANGAMACUTIRO DE LA UNION
MUNICIPIO: ANGAMACUTIRO, MICH.

CLAVE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
1	COLECTOR (MANO DE OBRA)				985,643.78
2	COLECTOR (MATERIALES)				1,163,512.41
SUBTOTAL					2,149,156.20
IVA 16%					343,864.99
TOTAL					2,493,021.19

(DOS MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL VEINTIUN PESOS 19/100 M.N.)

1 COLECTOR (MANO DE OBRA)					
D040B	LIMPIEZA Y TRAZO DEL TERRENO EN LÍNEAS Y REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.	ML.	1,338.48	5.33	7,127.41
A110A	EXCAVACION CON MAQUINA EN MATERIAL "B" DE 0.00 A 5.00 M DE PROFUNDIDAD PARA ZANJAS EN SECO, INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	2,229.50	65.34	145,675.53
A070C	EXCAVACION CON USO DE EXPLOSIVOS Y EXTRACCION DE REZAGA A MANO DE 2.00 A 4.00 M DE PROFUNDIDAD PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURAS, EN MATERIAL "C", EN SECO, INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	557.38	211.01	117,609.97
A130A	PLANTILLA COMPACTADA CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE), EN ZANJAS, INCLUYE MATERIAL DE BANCO, COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DE APOYO SEMICIRCULAR P/PERMITIR APOYO COMPLETO DEL TUBO. INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	162.33	185.32	30,083.00
A131E	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO (TEPETATE) COMPACTADO CON EQUIPO MANUAL, CON AGUA, EN CAPAS DE 0.20 M. DE ESPESOR, AL 90% PRUEBA PROCTOR, INCLUYE SELECCION Y VOLTEO DEL MATERIAL, INCLUYE MATERIAL, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA P.U.O.T.	M3	2,261.26	192.22	434,659.40

J004B	ACARREO KMS SUBSECUENTES AL PRIMERO DE MATERIALES PETREOS EN CAMION VOLTEO EN CAMINO PLANO REVESTIDO, Y LOMERIO SUAVE PAVIMENTADO, DE ARENA, GRAVA, PIEDRA, CASCAJO, ETC.	M3-KM	944.56	8.13	7,679.27
SUBTOTAL					985,643.78
					-
2 COLECTOR (MATERIALES)					-
C1H031B	SUMINISTRO INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE PVC SANITARIO SERIE 25 DE 45 cms.DE DIAMETRO, INCLUYE: FLETES, ACARREOS, MANIOBRAS, ETC QUE CUMPLA CON LAS NORMAS OFICIALES VIGENTES.	ML	1,338.48	845.32	1,131,443.91
C112A	SUMINISTRO E INSTALACION DE BROCALES Y TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA POZOS DE VISITA. INCLUYE: ACARREO DE LOS MATERIALES HASTA EL SITIO DE SU COLOCACION, Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES.	PZA	25.00	1,282.74	32,068.50
SUBTOTAL					1,163,512.41
SUBTOTAL					2,149,156.20
IVA 16%					343,864.99
TOTAL					2,493,021.19

(DOS MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL VEINTIUN PESOS 19/100 M.N.)

4.3 Estimación del Avance Financiero

[illegible]

Conclusiones y Recomendaciones

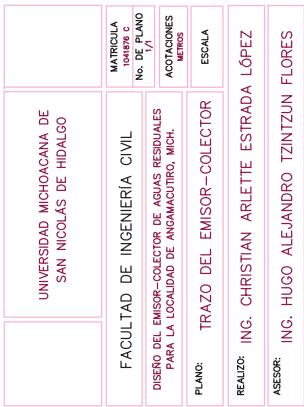
En la localidad de Angamacutiro de la Unión, fue necesaria la proyección de un Colector-Emisor sanitario para eliminar las aguas negras que produce esta población, incluyendo el comercio y la industria. El encauzamiento de las aguas residuales evidencio la importancia de aplicar lineamientos técnicos, que permitieran la elaboración de este proyecto considerando ser autolimpiantes, autoventilantes e hidráulicamente hermético, además que resultara económico, eficiente y seguro. El destino final de las aguas recolectadas podrá ser hacia un cuerpo receptor o hasta él rehusó, dependiendo del tratamiento que se realice.

El diseño hidráulico que se realizó para la condición de proyecto, considero las diferentes etapas de construcción. Debido a que en la mayoría de los sistemas de alcantarillado en localidades medianas y grandes se diseñan y construyen para funcionar en forma combinada, considerando las aportaciones pluviales, lo que a través del tiempo se ha observado que esta práctica genera problemas de contaminación y de operación de los sistemas, por la incapacidad de tratamiento a la totalidad de las aguas captadas. Aprovechando esta experiencia y en general, considero conveniente que un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial debe de diseñada en forma separada.

Definiendo a nivel de esquema las obras principales que se requieran y considerando los aspectos constructivos y los costos de inversión para cada una de las necesidades, se selecciona una alternativa que asegure el funcionamiento adecuado con el mínimo costo, aprovechando una proyección de diseño a gravedad.

Bibliografía

- Agua, C. N. (2001). *"Métodos de Proyección de Población"*. CONAGUA.
- Agua, C. N. (2014). *Retos para el Desarrollo Científico y Tecnológico del Sector Hídrico en México*. México: CONAGUA.
- Agua, C. N. (Diciembre 2007). *Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario*. CNA.
- Agua, C. N. (Diciembre 2009). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento*. CONAGUA.
- Ávila, G. S. (s.f.). *Apuntes de Hidráulica II*. Universidad Nacional Autónoma de México: Limusa.
- De la Peña, M. E., Ducci, J., & Zamora Plascencia, V. (Mayo 2013). *Tratamiento de Aguas Residuales en México*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- Federación, D. O. (2009). *Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas*. Diario Oficial de la Federación.
- Geografía, I. N. (2009). *Prontuario de Información Geográfica Municipal de los Estados Unidos Mexicanos Angamacutiro, Michoacán de Ocampo*. INEGI.
- Jiménez Terán, J. M., Ortiz Cedano, A., Castillo González, E., Romero López, R., & Godos García, R. (s.f.). *Manual de Apuntes de la Experiencia Educativa de Tubrías y Canales*. Veracruz: Universidad Veracruzana.
- Levi. (1996). *Tratado Elemental de Hidráulica*. Jiutepec, Morelos, México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Ochoa, A. L. (s.f.). *Métodos y Sistemas de Medición de Gasto*. SEMARNAT.
- Olivarez, R., & Sandoval, R. (2008). *El agua potable en México*. México, D.F.: ANEAS. Asociación Nacional de Empresas de Agua y Saneamiento, A.C.



ESTRUCTURAS CONVEXAS <i>(pizos de vitas)</i>	
HASTA 1,00 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
HASTA 1,25 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
HASTA 1,50 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
HASTA 1,75 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
HASTA 2,00 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
HASTA 2,25 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
HASTA 2,50 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
HASTA 2,75 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
HASTA 3,00 M DE PROFUNDIDAD	1 PIZOS
TOTAL	21 PIZOS
BROCALES Y TAPAS DE CONCRETO ARMADO	25 PIEZAS

CANTIDADES DE TUBERIA

COLECTOR EMISOR
1.330,00 M. DE TUBERIA DE PVC SERIE 2A, Ø6.4 CM. (11")

EXCAVACION M ³	PLANTILLA COLLECTOR	RULENO M ³		ACABADO
		COMPACTADO	A VOLTEO	
	MAT 30"			
	MAT 20"			
2,238.40	357.38	962.33	957.66	1,303.00
				472.28



D cm	TIPO / CLASE	H m	A m	b m
20	CONCRETO DE 8° O.	Variable	0.75	0.10
25	CONCRETO DE 8° O.	Variable	0.80	0.10
30	CONCRETO DE 8° O.	Variable	0.85	0.10
45	CONCRETO DE 8° O.	Variable	1.10	0.10

SIMBOLOGÍA	
	CABEZA DE ATARJEA
	POZO DE VISITA COMÚN
	ATARJEA
	LONGITUD • PENDIENTE • DIÁMETRO (m • milés • cm)
	POZO CON CUIDA, ADOZADA
	TERMINACIÓN DEL ATARJEA
	ELEVACIÓN DE LA PLANTILLA
	NÚMERO DEL CRUCERO
	PROFUNDIDAD DEL POZO

[illegible]

