



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLAS DE HIDALGO**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS PROFESIONAL

**“PROYECTO SANITARIO DEL COLECTOR GENERAL
EN LA LOCALIDAD DE CAPULA”**

PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTA:

P.I.C. GABRIELA QUEZADA MARTINEZ

ASESOR:

ING. PATRICIA ARAIZA CHAVEZ

MORELIA, MICHOACÁN.

FEBRERO / 2008



INDICE

CAP I INTRODUCCIÓN	4
 CAP II GENERALIDADES DE LA LOCALIDAD	10
II.1.- Datos históricos del lugar	10
II.2.- Localización	10
II.3.- Orografía	11
II.4.- Geología	11
II.5.- Hidrología	11
II.6.- Clima	12
II.7.- Flora y Fauna	12
II.8.- Vías de Comunicación	12
II.9.- Actividades Económicas	13
II.10.- Servicios	13
II.11.- Objetivo	14
II.12.- Justificación	14
 CAP III DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO	15
III.1.- Normas	15
III.2.- Sistemas de alcantarillado	17
 CAP IV CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE AGUAS NEGRAS DE CAPULA	29
IV.1.- Sistema de alcantarillado sanitario existente	29
IV.2.- Cálculo de Población de proyecto	32
IV.3.- Cálculo del sistema de proyecto de la red de atarjeas	39
IV.4.- Cálculo del colector general	52
IV.5.- Disposición final de las aguas negras	59
 CAP V CONCLUSIONES	62
 ANEXOS	63
 BIBLIOGRAFÍA	64

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La protección de la salud pública, hoy en día es uno de los propósitos que se tienen sobre todo en el control de la contaminación. No obstante, la conservación de los recursos hidráulicos, la protección de las áreas de pesca y el mantenimiento de las aguas recreativas son preocupaciones adicionales en la actualidad. La preocupación de la contaminación del agua se dio con una mayor preocupación a mediados de la década de 1970, ya que después de la Segunda Guerra Mundial los problemas de contaminación se dieron con mayor identificación debido a los aumentos de la densidad urbana así como en la industrialización.

En la actualidad el sector industrial es el mayor portador a la contaminación, puesto que sus aguas residuales contienen una gran cantidad y variedad de elementos físico-químico. En un menor grado le sigue la contaminación causada por el uso de fertilizantes, fungicidas, plaguicidas en el área de la agricultura, por último y no menos importante, tenemos la contaminación causada por las aguas negras, las cuales se originan de las descargas domiciliarias que son las más susceptibles de ser depuradas por la propia naturaleza dado sus elementos que la componen como son el Carbono (C), Nitrógeno (N), Oxígeno (O), Hidrogeno (H).

Debido que es necesario controlar la contaminación, la Ingeniería Ambiental ha tenido un desarrollo paralelo y paulatino a los desarrollos presentados en el medio ambiente, puesto que el problema de la subsistencia de los seres vivos no reside en el medio ambiente sino en el propio hombre que puede ser el causante de su propia destrucción.

El modo de atacar el problema de los residuos depende de sí los contaminantes demandan oxígeno, favorecen el crecimiento de algas, son infecciosos, tóxicos o simplemente de aspecto desagradable. La contaminación de nuestros recursos hidráulicos puede ser consecuencia como se menciono anteriormente del desagüe de aguas negras o de descargas industriales a los cuales se les llama fuentes puntuales. Para controlar los desechos, producto del uso en las comunidades y las industrias, se hace uso de sistemas de alcantarillado, mediante el cual se pueden prevenir enfermedades de origen hídrico tales como la tifoidea, el cólera y otros más.

Actualmente las aguas residuales (aguas negras), son consideradas como uno de los principales factores del deterioro ecológico, tanto en zonas urbanas como en el medio rural, tomando en cuenta que estos tipos de aguas son nocivas en algún grado y cuya peligrosidad aumenta cuanto más sea la variedad de los elementos tóxicos que en ella se encuentre.

En nuestro país las aguas negras descargan en su mayoría en corrientes naturales, por lo cual se han hecho estudios de laboratorio en las principales corrientes receptoras del país y se ha podido establecer que la mayoría tienen un alto grado de contaminación debido a los desechos domésticos, industriales y los provenientes de los lavados de campos agrícolas, todos estos han provocado alteraciones en el medio acuático y han dificultado el reaprovechamiento de las aguas en otro tipo de actividades.

Para evitar el acumulamiento de materia orgánica e inorgánica en las corrientes o vasos de aguas naturales, es necesario someter el agua a un tratamiento previo antes de ser descargadas, claro esta que antes debemos de recolectar el agua contaminada, esto con los sistemas de alcantarillado, que además de recolectar las aguas negras de la población, en muchas de las veces recolectan las aguas producto de las lluvias, esta agua proviene de los patios, azoteas de casas, edificios, fábricas, por lo cual es recomendable que se recolecten a

través de conductos por separado dando lugar a la formación de sistemas de alcantarillado de aguas negras y de alcantarillado pluvial.

El motivo de conducirlos por separado es que el mecanismo que siguen las aguas pluviales en su ciclo biológico para que no haya alteraciones en el equilibrio de la naturaleza es mucho más simple que el ciclo biológico que sigue el tratamiento de las aguas residuales.

El tratamiento de las aguas residuales puede ser un tratamiento primario, secundario o se tendrán que utilizar procesos complementarios a estos en caso de la necesidad de emplear un tratamiento terciario.

El tratamiento a emplear, nos lo va determinar los resultados de los estudios de los indicadores físicos, químicos y biológicos, que nos indican que tan contaminada se encuentra el agua y a que tratamiento debe someterse. Muchas de las veces el tratamiento a emplear es determinado por el tipo de agua que se quiera obtener, dependiendo del uso que se le vaya a dar, por ejemplo, el agua de uso para regar jardines no es la misma que el agua a utilizar en el riego de hortalizas ya que podría resultar un medio de transmisión de enfermedades.

Para el ejemplo que se va a tratar en este trabajo se debe indicar que en la actualidad, en la localidad de Capula existe un sistema de alcantarillado, pero la localidad esta en crecimiento por lo cual se necesita de nuevas líneas de red, así como también de un colector el cual lleve el agua contaminada a un sitio para su tratamiento.

Con la introducción del nuevo sistema de alcantarillado sanitario se evitará que se siga contaminando las áreas naturales cercanas a la comunidad y con el tratamiento que se de al agua recolectada, ésta se podrá utilizar para otras actividades de la comunidad de Capula.

I.1.- GENERALIDADES

I.1.1.- Fuentes de Contaminación

Se dice que un agua está contaminada cuando se han alterado sus características físicas, químicas o biológicas de su estado natural, causando efectos negativos y hasta fatales en los organismos que dependen o viven de ella. Esta contaminación se debe principalmente al manejo y disposición inadecuados de a gran cantidad de los desechos generados en los grandes asentamientos humanos, así como la gran variedad y cantidad de los desechos provenientes de las instalaciones industriales.

Para poder detectar los focos o fuentes de contaminación, se hace un estudio detallado por zonas, los cuales se limitan tomando como base las características geográficas, físicas e hidrológicas. Cuando muchas de las zonas tienen propiedades comunes, estas se agrupan para dar lugar a lo que se denomina como **cuenca**.

Las cuencas a su vez son clasifican en función de su gravedad de contaminación:

- Cuencas de Primer Orden
- Cuencas de Segundo Orden
- Cuencas de Tercer Orden

La clasificación de las cuencas se hace tomando en cuenta los indicadores físicos, económicos y sociales describiendo cada aspecto en la siguiente tabla:

Tabla No. 1.1 Clasificación de Cuencas

Cuenca	Indicador Físico	Indicador Social	Indicador Económico
Primer Orden	▪ Área mayor de 1,000has. ▪ Tecnología avanzada ▪ Agentes biocidables en gran cantidad	▪ Núcleos de población mayores de 150,000 habitantes.	▪ Desarrollo industrial significativo. ▪ Considerando 10 industrias que causen riesgo de contaminación
Segundo Orden	▪ Área mayor a 1,000has. ▪ Pocos agentes biocidables	▪ Núcleos de población mayor de 30,000	▪ Cuando exista un número menor de 10 industrias con poca contaminación
Tercer Orden	▪ Área menor de 1,000has. ▪ Comienza a presentar problemas de contaminación.	▪ Población total es menor de 150,000 habitantes.	▪ Puede o no haber industrias siempre y cuando no presenten peligro de contaminación.

Fuente: TESIS: Cálculo de la Red Sanitaria de la Localidad de Jiquilpan. David Cisneros Pille. 1984

Por lo que podemos apreciar, las cuencas de primer orden son las que presentan mayores problemas de contaminación por lo que se les pone mayor atención. Así pues dentro de una cuenca podemos encontrar diferentes tipos de contaminación, pudiendo generalizar de la siguiente manera:

- Debida a la Industria
- Debida a la Agricultura
- Debida a los Asentamientos Humanos

Contaminación debida a la Industria

Las aguas residuales de las industrias incluyen los residuos sanitarios de los empleados, los residuos de proceso derivados de la manufactura, aguas de lavado y aguas relativamente poco contaminadas procedentes de las operaciones de calentamiento y enfriamiento.

La contaminación ocasionada por las aguas residuales industriales producto de los diversos procesos que utilizan en la elaboración de sus productos es una de las fuentes de contaminación más peligrosas en nuestro país, dado que las aguas residuales son vertidas a los cuerpos receptores sin que se les haga un previo y adecuado tratamiento.

Entre las industrias que más deterioro ocasionan con sus vertidos al medio acuático sobresalen las industrias del petróleo, industrias de papel y celulosa, industrias textiles, industrias químicas, industrias procesadoras de alimentos y varias más. En la siguiente tabla se presenta algunas industrias con sus contaminantes, así como los efectos que ocasionan.

Tabla No. 1.2 Principales Contaminantes de las Industrias

Tipo de Industria	Principales Contaminantes	Efectos de los Contaminantes
Refinación de Petróleo	▪ Grasas y aceites ▪ Materia orgánica ▪ Fenoles ▪ Derivados de azufre	Grasas, aceites, fenoles y compuestos de azufre interfieren con los procesos de tratamiento biológico, haciendo que los tiempos de retención sean mayores que los requeridos para aguas residuales domésticas y por tanto se incrementen los costos de tratamiento.
Papel y Celulosa	▪ Materia orgánica ▪ Sólidos suspendidos y disueltos ▪ Ácidos y bases ▪ Tóxicos	Los compuestos tóxicos sulfurados interfieren con los procesos de tratamiento secundario.
Textiles	▪ Alta alcalinidad ▪ Materia orgánica ▪ Sólidos suspendidos	Los alcalinos provocan condiciones indeseables en los cuerpos receptores dañando la flora y fauna acuáticas. En color disminuye la transferencia de oxígeno en el agua, restringiendo la actividad fotosintética.
Hierro y Acero	▪ Bajo Ph ▪ Ácidos ▪ Cianuros, fenoles ▪ Grasas y aceites ▪ Sólidos suspendidos	Los tóxicos como el cianuro y fenoles son dañinos para la flora y fauna acuática.
Alimentos	▪ Materia orgánica ▪ Sólidos suspendidos ▪ Bacterias coniformes	En general son de menor intensidad que los provocados por aguas residuales de origen doméstico.
Químicas	▪ Ácidos y bases ▪ Materia orgánica ▪ Color ▪ Nutrientes ▪ Tóxicos	Son variantes según el efluente industrial. Pueden ser extremadamente tóxicos por el químico que utilicen.

Fuente: TESIS: Cálculo de la Red Sanitaria de la Localidad de Jiquilpan. David Cisneros Pille. 1984

Contaminación debida a la Agricultura

Es la contaminación ocasionada por las aguas de retorno de los lavados de terrenos agrícolas o también cuando se presentan las épocas de lluvia. Esta agua arrastra consigo sales inorgánicas, minerales y agentes biocidables (herbicidas, insecticidas, fungicidas, etc.) así como desechos animales para después depositarlos en las corrientes naturales o envases llegando a causar la muerte de la flora y fauna acuática.

Los análisis que se hacen a las aguas producto de los lavados agrícolas son de igual forma como los determinados en las aguas de tipo doméstico, solamente que se deben de agregar la determinación de agentes químicos diluidos en el agua como son:

- Plaguicidas
- Organodados

- Organo Fosfatados
- Carbonatos

Aunque todavía en nuestro país no se presentan problemas graves de contaminación debidas a las aguas empleadas en la agricultura, no obstante no se debe perder de vista que cada día se incrementa el empleo de todo tipo de fertilizantes y elementos biocidables.

Contaminación debida a los Asentamientos Humanos

Este tipo de contaminación es la más importante, no por su variedad y peligrosidad de elementos que la componen como es el agua derivada de la industria, sino porque se presenta tanto en el medio rural como en el urbano.

En el medio rural, las pequeñas poblaciones no cuentan con sistemas de alcantarillado, disponiendo de sus aguas residuales por lo general en fosas sépticas sin el proceso de oxidación o vierten el agua residual directamente a los cuerpos receptores naturales o artificiales destruyendo el medio acuático. De igual manera en las localidades urbanas en donde si se cuenta con sistemas de alcantarillado sanitario evacuando grandes volúmenes de aguas negras que vierten en la mayoría de los casos a los cuerpos receptores sin un previo tratamiento.

Los residuos que excretan los humanos se conocen como **aguas negras sanitarias**. Las aguas residuales de áreas residenciales, que se describen como **aguas negras domésticas**, incluyen residuos provenientes de cocinas, baños, lavado de ropa y drenaje de pisos. Éstas, junto con los residuos líquidos de establecimientos comerciales e industriales, se designan como **aguas residuales municipales**. Éstas normalmente se recogen en un sistema de alcantarillado público (las cuales describiremos más adelante) y se envían a los centros de tratamiento para su eliminación sin peligro.

Las aguas residuales municipales, son una mezcla compleja que contiene agua (por lo común más del 99%) mezclada con contaminantes orgánicos e inorgánicos, tanto en suspensión como disueltos. La concentración de estos contaminantes normalmente es muy pequeña.

La cantidad de aguas residuales municipales por lo común se determina a partir del uso de agua. Puesto que el agua es consumida por los humanos, se utiliza en productos industriales, se emplea como medio de enfriamiento y es necesaria para actividades como el riego de prados y el lavado de las calles.

CONTAMINACIÓN DE AGUAS RECEPTORAS

Efectos de los Contaminantes

Como se menciona anteriormente, el agua se contamina cuando la descarga de residuos perjudica la calidad del agua o perturba el equilibrio ecológico natural. Los contaminantes que causan problemas comprenden organismos causantes de enfermedades (patógenos), materia orgánica, sólidos, nutrientes, sustancias tóxicas, color, espuma, calor y materiales radiactivos.

- **Patógenos.-** Surge preocupación cuando se descargan aguas negras, que pueden contener patógenos en aguas receptoras que se utilizan con fines de abastecimiento de agua o recreación.
- **Materia Orgánica (DBO).-** Cuanto mayor es la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), esto es cuanto más materia orgánica está presente, mayor es el problema que crea la descomposición de la misma. La DBO es el parámetro más importante en el control de la contaminación del agua. Este dato se utiliza como una medida de la contaminación orgánica, como una base para estimar el oxígeno necesario para los procesos biológicos y como un indicador del rendimiento de los procesos.

La actividad metabólica de las bacterias que necesitan oxígeno puede reducir el contenido normal de oxígeno

- **Sólidos.-** Las partículas orgánicas e inorgánicas en las aguas residuales son sólidos sedimentales, flotantes y en suspensión capaces de formar depósitos de aspecto desagradable y bancos de lodo olorosos, y de reducir la penetración de la luz solar en el agua.
- **Sustancias Tóxicas y peligrosas.-** Concentraciones bajas de ácidos, cáusticos, cianuro, arsénico, muchos metales pesados y numerosas sustancias químicas son tóxicas para los organismos vivos, incluso para los humanos, y para la población microbiana que se utiliza en los procesos de tratamiento de aguas residuales. Dos de los materiales más dañinos son el cadmio y el mercurio.
- **Otros Contaminantes.-** El color, la espuma y el calor son otros contaminantes que causan problemas. El color (de la tintura textil, por ejemplo) y la espuma (residuos de fábricas de pulpa y papel) no son objetables sólo por razones estéticas. De igual forma, limitan la penetración de la luz y pueden reducir los niveles de oxígeno disuelto, todo lo cual altera el equilibrio ecológico natural del agua.

CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA LOCALIDAD DE CAPULA

II.1.- DATOS HISTÓRICOS DEL LUGAR

La palabra Capula, pertenece al idioma mexicano y significa “Lugar de Capulines”. En algunas fuentes históricas aparece este lugar con el nombre de Xénguaró, palabra de origen tarasco que también significa Lugar de Capulines, donde Xéngua: Capulín y Ro: Lugar (según etimologistas).

Los escritores que han escrito algo sobre Capula se han limitado a decir que es un pueblo tan antiguo que existía desde antes de la conquista por parte de los españoles. Capula existía desde antes de la conquista por parte de los purephéchas o tarascos, posiblemente a medio reinado de Tariácuri entre 1350 a 1375.

A partir de la conquista de Capula por los tarascos, ellos designaron como “Xénguaró” por la gran cantidad de matas de capulín que había en el lugar. Se dice que Xénguaró (hoy Capula) fue conquistado por el guerrero Chapa, cuando anduvo de conquistador entre Xénguaró y Araro, durante el reinado de Tariácuri.

A la llegada de los españoles, la tribu nahuatlaca del pueblo de Capula tenía entre 150 y 175 años de haber sido conquistada por los tarascos durante el reinado del rey Tariácuri. En el periodo de Don Vasco de Quiroga siendo obispo de Michoacán, para Capula hubo dos importantes acontecimientos. El primero fue ser el de su fundación, en su asentamiento actual para un modo de vida civilizado y justo (ya que los indígenas de Capula vivían en las partes altas, dispersos y sin orden alguno). No se tiene una fecha cierta, pero se toma el mes de marzo de 1550. El segundo acontecimiento, Vasco de Quiroga les asignó a los naturales de Capula las industrias de alfarería y el corte de madera, el cual llevan hasta el día de hoy en la práctica.

II.2.- LOCALIZACIÓN

La tenencia de Capula se encuentra ubicada al poniente del municipio de Morelia, en un pequeño valle a 20 kilómetros sobre la Carretera Federal No. 15, comunicada por un entronque carretero pavimentado de 1,400mts. El área urbana es de 75 hectáreas.

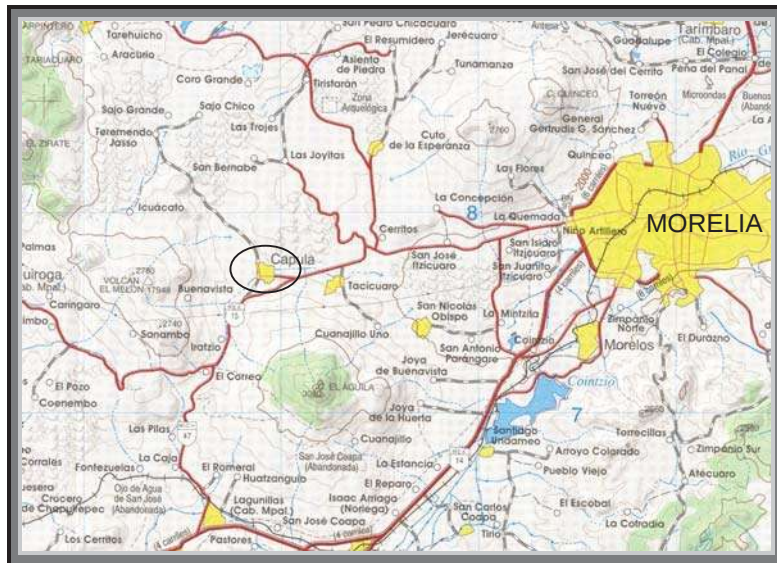
Tiene como coordenadas geográficas:

Latitud Norte: 19° 40' 25”

Longitud Este: 101° 23' 36”

Altura Sobre el Nivel del Mar: 2,100

Capula limita con las siguientes poblaciones: al oriente con las tenencias de Tacicuaro y Cuto de la Esperanza; al poniente con la municipalidad de Quiroga; al norte con la tenencia de Teremendo y al sur con la municipalidad de Lagunillas.



Gráfica No. 2.1 Microlocalización
Fuente: Carta Topográfica E14 A23. INEGI

II.3.- OROGRAFÍA

El relieve de la región de Capula, es algo accidentado por el sistema montañoso que lo rodea. Por el sur, tiene la elevación más alta que es el cerro del Águila, por el poniente tiene una muralla natural que le sirve de limite con el municipio de Quiroga, formada por los cerros de Buenavista, El Melón, EL Ranchito y el cerro de la Mina. Por el norte la elevación es menos formada, en un principio por una serie de conos volcánicos donde se encuentran los cerros de la Campana, la Corilla, la Ladera y por último el cerro del Molcajete el cual sirve de límite con Teremendo y Cuto de la Esperanza.

II.4.- GEOLOGÍA

El terreno sobre el que se localiza la tenencia, es de suelos de aluvión, suelos residuales, tobas alteradas, gravas, arenas y limos. El vulcanismo agente en el proceso de formación de la superficie terrestre, caracteriza ésta zona, donde se encuentre el volcán apagado del Melón, la mayor parte de la superficie de la tenencia es pedregosa predominando los malpaises, las tierras charandas, tepetates y barros. Este último utilizado para la elaboración de utensilios de alfarería, debido también a la actividad volcánica hay varios bancos de arena, el más importante es el de Joyitas.

II.5.- HIDROLOGÍA

Capula carece de recursos hidráulicos, el único arroyo significativo es el que nace en el rancho de Iratzio, al cual se le une la barranca de la Víbora que nace en el rancho de Buenavista, cruza el pueblo de Capula, después pasa por el pueblo de Tacicuaro y desemboca en el malpais de San José Itzicuaro. El pueblo cuenta con cuatro pequeños cuerpos de agua hechos por el hombre, como son: El Jagüey, La Presa, El Charco y la presa de los Sagreros.

II.6.- CLIMA

El clima predominante es el templado con lluvias en verano, con una precipitación anual de 730mm y 18° C de temperatura promedio. Las lluvias comienzan en el mes de junio. Las heladas son benignas y se registran en los meses de diciembre, enero y febrero.

II.7.- FLORA Y FAUNA

En Capula la vegetación es abundante y comienza desde los ecuaros o solares de las casas que se encuentran a la orilla del pueblo. Se tienen: tomatillos, buenamozas, tepuzas o tepozanes, abrojos o acebuches, grangenos. Árboles como el fresno, zapote blanco, capulín blanco y capulín de cerro (el primero no es apto para comer). En los cerros predominan: compuesto de encino, madroño y pinos; así como también árboles frutales como son: duraznos, peras, manzanos, higueras, limón, guayabo y capulín.

La fauna en Capula es raquítica, en el cerro del Águila todavía se puede llegar a ver venados. Entre las aves que existen están: la huilota, gavilán, gabilancillo, zopilote, cuervo, águila, corre camino, colibrí.

II.8.- VÍAS DE COMUNICACIÓN

Como se mencionó anteriormente, la principal comunicación de Capula con la Ciudad de Morelia es la Carretera Federal México-Nogales, conocida también como México-Guadalajara o Carretera Federal Número 15, que fue construida en el periodo presidencial del General Lázaro Cárdenas y siendo Gobernador de Michoacán el General Gildardo Magaña, así la comunicación entre Capula con Morelia fue más rápida y hubo más contacto comercial. Dicha vía de comunicación estaba proyectada para pasar por el centro de Capula, pero algunos vecinos del pueblo se opusieron, por lo que la carretera fue desviada por la falda del cerro del Águila y por un tiempo el pueblo de Capula quedo aislado. Hasta que en 1974, habitantes de Capula hicieron gestión ante el gobierno para pavimentar la brecha por el Oriente, la cual tiene una longitud de 1.5 kilómetros.



Fotografía No. 2.1 Brecha de Entrada a Capula

También se cuenta con una brecha por el Noroeste del pueblo, con la finalidad de unir a los ranchos de Sajo Grande y Sajo Chico, pertenecientes a la tenencia de Teremendo, por lo que

ayuda a los habitantes de estos ranchos a tener mayor comunicación con Morelia. (Puede verse en el plano TOPO-1).

II.9.- ACTIVIDADES ECONÓMICAS



Fotografía No. 2.2 Casa de Artesanías

La principal fuente de economía en Capula es el comercio. Aquí se dedican a la fabricación de la cerámica y alfarería. Capula cuenta con su casa de las artesanías, la cual se encuentra sobre la calle principal de la localidad, en la calle Vasco de Quiroga.

II.10.- SERVICIOS.



de Capula

Fotografía No. 2.3 Centro de Salud

Actualmente, las viviendas de Capula son de adobe, pero se construyen casa de tabicon con su loza, pisos de cemento o de mosaico. Más de un 75% tiene su estufa de gas; 25% tiene baño. Cuentan con electricidad, por lo que la mayoría de la población cuenta con televisor y radio. Con respecto a la educación, Capula cuenta con dos kinders, dos escuelas primarias y una secundaria, así como también un centro de salud.

Capula cuenta con los servicios de correo y teléfono, el cual este último esta desde 1971. La comunicación con Morelia es por medio de camiones los cuales salen del pueblo cada 15 minutos.

II.11.- OBJETIVO

Aunque la localidad cuenta con un Servicio de Alcantarillado de Aguas Negras que cubre un gran porcentaje de Capula, este no tienen un servicio eficiente y confiable y existen descargas de la red existente que llegan al cauce torrencial que cruza la localidad, lo que origina focos de contaminación produciendo malos olores, aspectos desagradables y proliferando una serie de animales entre los que destacan principalmente el mosquito. Por lo anterior es necesario que se construya un Sistema de Alcantarillado Sanitario que cumpla con las Normas vigentes de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) con los objetivos de:

- 1.- Mejorar las condiciones de vida y salud de la población
- 2.- Disminuir el porcentaje de enfermedades gastrointestinales
- 3.- Disminuir o Eliminar la contaminación del suelo por las descargas de aguas residuales.
- 4.- Disminuir o Eliminar la contaminación de corrientes naturales cercanas a la localidad.

II.12.- JUSTIFICACIÓN

Toda localidad, municipio, necesita de contar con un plan de Servicio de Sistema de Alcantarillado Sanitario, ya que con esto se puede prevenir o mejorar la contaminación que tienen los recursos naturales que se encuentran cerca o a los alrededores de estas localidades, así como también, poder brindarles un mejoramiento para prevenir enfermedades, malos olores.

La planeación para un Proyecto de Sistema de Alcantarillado es un paso que se debe de hacer para llevar a cabo los sistemas a utilizar para poder prevenir la contaminación de las aguas y bienes nacionales y proteger la infraestructura de los sistemas de alcantarillado.

El Proyecto del Sistema de Alcantarillado Sanitario tiene como finalidad satisfacer las necesidades de servicio y eliminar las aguas negras producto del servicio del agua potable una vez que estas han sido utilizadas en los diferentes quehaceres de la población. Con esta obra se beneficiara a la población de Capula, la cual tendrá un gran beneficio social, salud y en especial que estando tan cercana a la Capital del Estado aún en este siglo XXI, no se haya completado su Sistema de Alcantarillado Sanitario en su totalidad.

Con este proyecto, se podrá cumplir los objetivos anteriores, dando así un mejoramiento a la Localidad de Capula, para poder prevenir ante todo los problemas de salud en la población y la contaminación de la región.

CAPITULO III

DISEÑO DE SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO

III.1.- NORMAS

Toda actividad humana genera residuos, tanto líquidos como sólidos. La porción líquida, que es agua residual, se constituye de agua suministrada a zonas urbanas y centros industriales destinada a diversos usos. Las aguas residuales como ya se ha mencionado anteriormente, contienen usualmente numerosos organismos patógenos causantes de enfermedades, también contienen nutrientes que estimulan el crecimiento de plantas acuáticas, e incluso pueden contener compuestos tóxicos, nocivos y dañinos para la salud humana y para el ecosistema en general.

En el país, aproximadamente el 80% del abastecimiento de agua potable del país proviene de acuíferos subterráneos y a partir del diagnóstico en 218 cuencas del país, la Comisión Nacional del Agua definió y jerarquizó acciones necesarias para restaurar y mejorar la calidad del agua de los ríos, acuíferos y cuerpos de agua del país.

Por esto, en México se refrenda su vocación de incrementar la calidad de los productos mediante la expedición. En julio de 1992, la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con la cual se reinicia el proceso de normalización, certificación y verificación de productos, servicios y procesos; estableciendo un procedimiento uniforme y transparente para la formulación y expedición de Normas Oficiales Mexicanas mediante la participación de los sectores público, privado, científico y usuarios en general. Esta Ley, no sólo incorpora normas de referencia de productos cuyo objetivo es el incremento en la calidad, también plantea la formulación de Normas Reglamentarias, es decir, aquéllas de carácter obligatorio y cobertura nacional, cuyo sustento para expedirlas como tal se basa en cuatro conceptos esenciales que tienen que ver con el tema del presente trabajo. En efecto, los productos y servicios deben contar con una norma reglamentaria, denominada Norma Oficial Mexicana (NOM), cuando éstos puedan construir un riesgo o peligro para:

- La seguridad de las personas
- La salud humana, animal o vegetal
- El medio ambiente general y laboral
- La preservación de los recursos naturales

Como parte de una estrategia para propiciar el saneamiento del medio ambiente y de los cuerpos de agua, se tienen las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

NORMAS OFICIALES MEXICANAS RELATIVAS AL SANEAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE Y PROTECCIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA Y BIENES NACIONALES

1. NOM-001-CNA-1995, Sistema de alcantarillado sanitario - Especificaciones de hermeticidad.
2. NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
3. NOM-002-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado.

Estas acciones, como parte de una política ambiental, alientan a la preservación de los recursos naturales.

La NOM-001-CNA-1995, Sistema de Alcantarillado Sanitario- Especificaciones de hermeticidad, establece las condiciones de hermeticidad que deben cumplir los sistemas de alcantarillado sanitario que trabajen a superficie libre y es de observancia obligatoria para los responsables del diseño e instalación de los sistemas de alcantarillado sanitario y los fabricantes de los componentes de los sistemas de alcantarillado sanitario de manufactura nacional y extranjera que se comercialicen dentro del territorio nacional.

Las fallas en las juntas de una red de alcantarillado presentan algunas de las siguientes situaciones, consideradas como nocivas:

- ❖ Las aguas residuales fluyen hacia el exterior de la tubería, contaminando acuíferos y suelos.
- ❖ Con un nivel freático localizado por encima de las tuberías, se presenta en éstas una infiltración que drena parcialmente el acuífero, ocasionando una disminución en la capacidad hidráulica del sistema de alcantarillado y permitiendo la recepción de azolves, además de incrementar el caudal a la planta de tratamiento, provocando la disminución de su eficiencia y el incremento de costos de operación.
- ❖ Incorporaciones de elementos extraños al sistema de alcantarillado sanitario, como son hidrocarburos, aceites, grasas y raíces de árboles, que provocan riesgos y alteran sus condiciones de funcionamiento.

Con el objeto de evitar lo antes citado, uno de los principales requisitos que debe considerarse en el proyecto e instalación del sistema de alcantarillado sanitario, es que éste sea hermético. Sin embargo, estas acciones, por sí solas, serían insuficientes sin un claro compromiso y voluntad política para hacerlas posible.

Los beneficios de la aplicación de las normas antes descritas son de orden ambiental y como tal, son y deben ser de interés público. La responsabilidad de emitir las normas reglamentarias corresponde al gobierno federal. La preservación de los recursos naturales y el medio ambiente es tarea de todos, donde podamos ser responsables en la conservación y restauración del medio ambiente.

De igual forma, para el estado de Michoacán existe la Ley de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Las disposiciones de esta Ley son de orden público e interés social y de observancia general en el Estado de Michoacán y regulan la prestación del servicio público de agua potable, alcantarillado y saneamiento de las aguas.

Para este proyecto, también nos regiremos del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS 2003), el cual se utiliza para el diseño tanto en agua potable como en alcantarillado.

III.2.- SISTEMAS DE ALCANTARILLADO

El uso de alcantarillas no se generalizó hasta los tiempos de los romanos, cuando se instalaron tubos principalmente para desalojar el agua de lluvia de las calles, pues pocas casas o edificios tenían atarjeas. No hubo más avances hasta mediados del siglo XIX, cuando se inició la

descarga de residuos de origen humano en alcantarillas. Los “desagües de agua pluvial” se utilizaban de esta manera en parte por razones de comodidad y estética, pero también, algo más importante, porque las personas finalmente habían tomando conciencia de que las aguas negras y los residuos domésticos, si no se eliminaban, podían contaminar el agua y causar enfermedades.

La construcción de sistemas combinados (alcantarillas que transportan tanto agua pluvial como residuos de origen humano) continuó hasta muy avanzado el siglo XX. Durante este periodo, a medida que los sistemas de alcantarillado aumentaron en extensión, la concentración de los desperdicios en las salidas originaba condiciones de aspecto desagradable, depósitos de sólidos y malos olores, todo lo cual obligó a proporcionar diversos grados de tratamiento a las aguas residuales. A lo largo de los años, los problemas que presentan las alcantarillas combinadas, dieron origen al concepto de alcantarillas separadas: un sistema para aguas pluviales y otro para residuos sanitarios.

Los sistemas actuales de recolección de aguas de alcantarillado en las áreas más nuevas normalmente consisten en alcantarillas de agua pluvial y sanitarias independientes. Las alcantarillas sanitarias transportan las aguas negras domésticas, los residuos líquidos comerciales e industriales y las aportaciones indeseables de infiltración y aguas pluviales.

Requisitos que debe Satisfacer una Red de Alcantarillado Sanitario para Aguas Negras.

Antes de llevar a cabo la planeación de un sistema de alcantarillado, es recomendable visitar y conocer la localidad para poder tener una mejor visualización acerca de los problemas que se pueden presentar a la hora de la ejecución de la obra, ya que haciendo esta visita se puede dar uno cuenta de los problemas básicos para llevar a cabo la planeación de las diferentes alternativas y así poder analizar y escoger la más adecuada que se adapte a las restricciones económicas de la población, tanto para las inversiones de la construcción inmediata, así como las que se ejecuten en el futuro.

El planteamiento de las diferentes alternativas a analizar se hace mediante la observación directa de los planos topográficos ayudándose con los conocimientos visuales en el lugar. Se debe hacer notar que no hay solución única para cada sistema de alcantarillado sino que la mejor solución será la optimización del objetivo que se persigue. Esta optimización podrá definirse en términos físicos mediante la estimación de costos aunque muchas de las veces el sistema elegido sea el más económico no siempre será el más aceptable.

Un sistema de alcantarillado debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Localización adecuada
- b) Seguridad en la eliminación
- c) Capacidad suficiente
- d) Resistencia adecuada
- e) Profundidad de instalación apropiada
- f) Facilidades de limpieza e inspección
- g) Vertido de las aguas
- h) Tratamiento de las aguas residuales

a) Localización Adecuada

En un sistema de alcantarillado lo primero que se tendrá que localizar serán los colectores y los subcolectores, los cuales se establecerán en las partes donde las cotas de terreno sean más

bajas facilitando el escurrimiento de las partes más altas, además se procurará que el sistema trabaje a gravedad hasta donde sea posible evitando la formación de contracorrientes y la existencia de estaciones de bombeo.

Las tuberías a instalar (atarjeas, subcolectores y colectores) deberán coincidir con los ejes de las calles y en caso de que existan avenidas muy grandes o cuando las carreteras atraviesan las localidades se recomienda instalar una línea de tubería a cada lado cercana a la guarnición de la banqueta.

El sistema a elegir será el que conduzca las aguas negras lo más rápido posible fuera de la localidad hasta el lugar de vertido no olvidándose que las tuberías tendrán que estar constituidas por tramos rectos entre cada pozo de visita.

b) Seguridad en la Eliminación

Es necesario tener mucho cuidado en la conducción de las aguas negras para que no existan molestias ni peligros de contaminación dentro de la población, para esto es necesario cumplir con:

1. Debe hacerse uso de conductos cerrados en las zonas pobladas para proteger a la población de los malos olores debido a los gases, resultado de la descomposición que se producen dentro de la tubería, como son el ácido nitroso, fosfeno, amoníaco, metano y ácido sulfhídrico, además de evitar el aspecto repugnante característico de este tipo de aguas.

Puede resultar algunas veces más económico el utilizar canales abiertos pero estos serán utilizados exclusivamente en los emisores una vez que estén alejados de la población o camino muy transitable.

2. Se deberá procurar que el valor de la velocidad no sea muy pequeño para evitar posibles asolvamientos en la tubería y que como consecuencia se tenga una reducción en el área efectiva de conducción, tampoco deberá ser muy grande pues propiciaría el desgaste en las juntas de los tubos y en la propia tubería ocasionando la dislocación de ésta.

Como la velocidad es un valor que depende de la pendiente en un tramo entonces se debe evitar no tener cambios bruscos de pendiente pues se presentarían problemas como remansos, remolinos o movimientos uniformemente acelerados.

3. Las tuberías deberán ser impermeables para que no exista flujo de exterior hacia el nivel freático se encuentre por encima de la tubería, así mismo se evitará el flujo del interior al exterior para que no exista una posible contaminación. Por esta razón la tubería debe ser impermeabilizada y sometida a la prueba de absorción e impermeabilización antes de ser colocada en la obra. La impermeabilización puede lograrse mediante la aplicación del producto asfáltico PEMEX "F.M.O." o bien, con el producto asfáltico emulsión amiónica.
4. La ventilación es un factor muy importante en el funcionamiento del sistema, pues en caso de que un sistema no cuente con la ventilación adecuada provocaría la acumulación de gases corrosivos o gases explosivos ocasionando explosiones en el sistema; para evitar esto, se hace uso de las estructuras auxiliares en los sistemas de alcantarillado como son los pozos de visita, los cuales nos permiten el escape de los

gases hacia el exterior por medio de brocales con tapa de concreto reforzado o brocal con tapa de hierro fundido.

c) Capacidad Suficiente

Un sistema de alcantarillado deberá tener capacidad suficiente para conducir en condiciones de seguridad el volumen máximo de agua por eliminar, ya sean las aguas negras, las de lluvia o ambas, con el propósito de conducir el agua lo más rápido posible y que no origine problemas de estancamiento. Cuando el nivel freático este muy próximo a la superficie del terreno, se deberá agregar el gasto por infiltración.

d) Resistencia Adecuada

Las tuberías deberán de ser diseñadas para resistir los esfuerzos tanto interiores como exteriores una vez que estén instalados. Para comprobar esta resistencia se hacen pruebas al aplastamiento ya sea con el método de arena o el método de apoyo en tres aristas, el valor obtenido con uno u otro método no deberá ser menor del indicado en la siguiente tabla.

Tabla No. 3.1 Resistencia Mínima

Diámetro Interior (cm)	Resistencia Mínima (Kg/ml)	
	Método de apoyo en tres aristas	Método de arena
10	1,488	2,232
15	1,637	2,455
20	1,937	2,902
25	2,082	3,125
30	2,232	3,348
38	2,604	3,899
45	2,967	4,464
53	3,272	-----

Fuente: TESIS: Cálculo de la Red Sanitaria de la Localidad de Jiquilpan. David Cisneros Pille. 1984

La prueba de resistencia al aplastamiento nos sirve para asegurarnos que la tubería soporte las cargas de relleno y cargas vivas a que va estar sometida una vez instalada. Las condiciones reales en la instalación de la tubería son mayores que la determinada por cualquiera de los dos métodos, puesto que el valor se incrementa por un factor de resistencia dependiendo del tipo de plantilla.

e) Profundidad de Instalación Apropiada

La profundidad mínima de instalación depende de dos factores:

1. El colchón mínimo para evitar rupturas de las tuberías no deberá ser menor de 0.90mts arriba del lomo del tubo para diámetros hasta de 45cm y para diámetros mayores el colchón es de 1.0 a 1.5mts.
2. Deberá tener la profundidad adecuada para que permita la conexión de las descargas domiciliarias a las atarjeas, subcolectores y colectores. Tendrá como mínimo una pendiente geométrica de 10 milésimas y el registro interior más próximo al parámetro del predio, tenga una profundidad como mínima de 60cm.

La profundidad máxima será la que determine el cálculo hidráulico, tomándose en consideración la siguiente recomendación:

La experiencia ha demostrado que hasta 4.00mts de profundidad el conducto puede recibir directamente los albañales de las descargas y a profundidades mayores resulta más económico el empleo de atarjeas laterales.

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que se instalen en condición de zanja, debiendo de ser estas de paredes verticales, con un ancho que se indica en la tabla 3.1.

La plantilla consiste en un piso de material fino colocado al fondo de la zanja. Su espesor dependerá del diámetro de tubería. La tubería se coloca encima de la plantilla cubriéndola con un material granular fino cubierta hasta una altura de 30cm, colocando el material a mano y compactado cuidadosamente, llenando todos los espacios libres abajo y adyacentes a la tubería. Este relleno se debe de hacer en capas de 15cm de espesor. (Ver figura 3.1)

Tabla No. 3.2 Anchos y Plantillas en Zanjas

Diámetro Nominal (cm)	(pulgadas)	Ancho (cm)	Plantilla (cm)
20	8	75	10
25	10	80	11
30	12	85	12
38	15	90	14
45	18	100	16
50	20	115	18

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional de Agua)

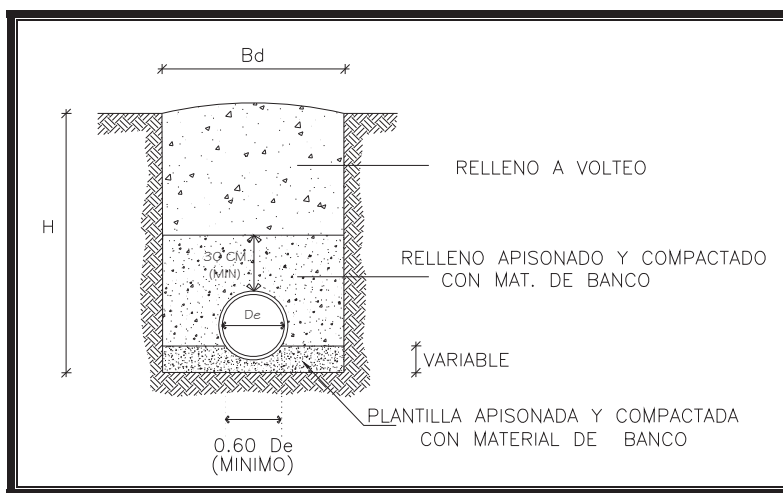


Figura No. 3.1. Especificaciones de Zanja

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional del Agua)

En caso de instalar tubería de acero y si la superficie del terreno lo permite no será necesaria la plantilla. En lugares excavados en roca o tepetate duro, se preparará la cama de material suave que pueda dar un apoyo uniforme al tubo, con tierra o arena suelta.

El material de relleno se procurará que sea con el mismo material de excavación, procurando que sea libre de piedras. De lo contrario, si el tipo de suelo no lo permite, el material de relleno será de material de banco.

f) Facilidad de Limpieza e Inspección

Para que una red de alcantarillado se conserve en óptimas condiciones, es necesario hacer periódicamente una inspección y limpieza de las tuberías para eliminar los sólidos que se sedimentan o que se adhieren a las paredes de los conductos.

g) Sitio de Tratamiento

Una vez que se ha recolectado toda el agua residual deberá conducirse fuera de la localidad para verterla en el sitio donde se le vaya a dar el tratamiento adecuado y verterla finalmente al cuerpo receptor por medio de una estructura de descarga.

La longitud del emisor que deberá separar a la localidad de la planta de tratamiento no deberá ser menor de 500mts. Además la planta de tratamiento se tendrá que construir en un sitio donde los vientos dominantes del lugar no lleven los malos olores hasta la población.

h) Tratamiento de las Aguas Residuales

El objetivo que se persigue con el tratamiento de las aguas residuales es el remover las sustancias contaminantes contenidas en el agua para evitar las afectaciones en la localidad de las aguas de los cuerpos receptores y obtener la calidad del agua que se requiera en función del uso que se le vaya a dar.

Así pues, dependiendo de los contaminantes a remover se empleará un tratamiento preliminar, primario, secundario o terciario.

- **Tratamiento Preliminar.-** Consiste en separar todos aquellos constituyentes que puedan ocasionar problemas en el equipo de bombeo o interferir en los tratamientos subsecuentes, además de uniformizar el influente de la planta, remover las grasas y aceites y eliminar sólidos de tamaño muy grueso, tales como basura y arenas.
- **Tratamiento Primario.-** Debe estar antecedido por el tratamiento preliminar y consiste básicamente en la separación de sólidos inorgánicos sedimentables en las aguas de desecho, mediante el fenómeno físico de sedimentación también con este tratamiento se ajusta el pH, eliminando la acidez o alcalinidad del agua.
- **Tratamiento Secundario.-** Antecedido por el tratamiento preliminar y el primario, este tratamiento se basa en la oxidación biológica de la materia putrescible en suspensión, en estado coloidal o en solución. La biodegradación es realizada por bacterias aerobias, anaerobias y facultativas.
- **Tratamiento Terciario.-** Es el tratamiento final que se les da a las aguas residuales después de que han pasado por los tratamientos anteriores. En este tratamiento se pueden someter a las aguas a un tratamiento de desinfección, generalmente, cloración, para destruir los microorganismos indeseables. También se eliminan las sustancias orgánicas refractarias (detergentes, pesticidas, nutrientes). Los metales pesados también deben ser removidos en este proceso.

Por último se deben de tratar y disponer de los lodos removidos durante los procesos secundario y terciario, sometiéndolos a espesamiento, digestión y secado o incineración de los mismos.

SISTEMAS PARA ELIMINACIÓN DE AGUAS NEGRAS

Un sistema de alcantarillado se inicia donde termina el suministro de agua potable, comenzando en los accesorios o aparatos que recolectan las aguas negras siguiendo a través de la red de atarjeas, subcolectores, colectores, emisor hasta ser vertido en la estructura donde tendrá que ser sometida al tratamiento adecuado, para que finalmente puedan ser retornadas a las corrientes naturales debiendo tener características similares a estas, con el objetivo de que no se vea afectado el medio acuático.

En la actualidad existen diferentes sistemas de eliminación, los cuales se clasifican en función de la cantidad de aguas pluviales que recolectan en combinación con las aguas residuales de tipo doméstico e industrial, los cuales son:

- a. Sistema Combinado
- b. Sistema Separado
- c. Sistema Semicombinado

a.- Sistema Combinado

La historia del abastecimiento y la elevación de agua, comienza con el crecimiento de las ciudades antiguas, como ejemplo, citaremos antiguos acueductos y drenajes de la antigua Roma o el alcantarillado combinado de la ciudad de Babilonia construidos A. De C.

Aunque las ciudades estuvieron provistas de sistemas de drenaje durante siglos, estos fueron contruidos para conducir los escurrimientos de tormentas y las descargas en los drenajes de los desechos fecales estuvo prohibida hasta bien entrado el siglo XIX. A medida que crecían las ciudades, principalmente en Europa con el desarrollo industrial, la capacidad de las letrinas usadas, se volvían escasas e insuficientes y sus infiltraciones contaminaban sus alrededores.

Se dice que un sistema es combinado cuando en un mismo sistema de alcantarillado se conduce las aguas residuales municipales con las aguas pluviales. El sistema combinado puede emplearse cuando existan zonas a sanear que estén densamente pobladas en donde se disponga de poco espacio o que tengan poca pendiente.

Las desventajas que tienen este sistema son:

- Puede existir la posibilidad de que escapen cantidades de aguas residuales municipales con el escurrimiento pluvial a través de los derrames para aguas pluviales en tiempos de lluvia.
- Los diámetros de la tubería a utilizar resulta excesivamente grandes, teniéndose como deficiencia que el flujo hidráulico en tiempo de sequías se limita a conducir el gasto de aguas negras pudiendo operar con velocidades muy por debajo de las normas, ocasionando el asentamiento de las partículas en suspensión.
- Consecuencia del punto anterior es que se tendrán que hacer grandes excavaciones para que se pueda dar la pendiente adecuada para la evacuación de las aguas.

b.- Sistemas Separados

Debido a que la contaminación que producen las aguas residuales municipales y pluviales no es la misma, se vio la necesidad de conducir las aguas por conductos separados, ya que las aguas pluviales necesitan de poco o casi nulo tratamiento, no así, las aguas negras provenientes de los diferentes usos como el doméstico, comercial e industrial, requieren de un rigurosos control para que puedan ser devueltas a las corrientes o estanques naturales.

Esta separación en la conducción de las aguas negras dio origen a la formación de los sistemas separados, obteniéndose un sistema de alcantarillado pluvial y el sistema de alcantarillado sanitario que sirve para conducir las aguas residuales municipales.

Dentro de las ventajas que ofrece el empleo del sistema separado, respecto del sistema combinado es:

- Es más funcional en su operación dado que los diámetros empleados siempre serán menores debido a que el gasto de diseño es más pequeño en comparación al gasto de diseño para el sistema combinado.
- En caso de que exista pendiente favorable se podrá presidir del alcantarillado pluvial, evitando los volúmenes de excavación correspondientes debiendo excavar solamente para la instalación de la tubería del alcantarillado sanitario.
- Otra de las razones por la que es recomendable la construcción del sistema por separado es cuando no se cuenta con los recursos económicos necesarios en este caso se podrá construir primero el sistema de alcantarillado para aguas negras y después el sistema de alcantarillado pluvial.

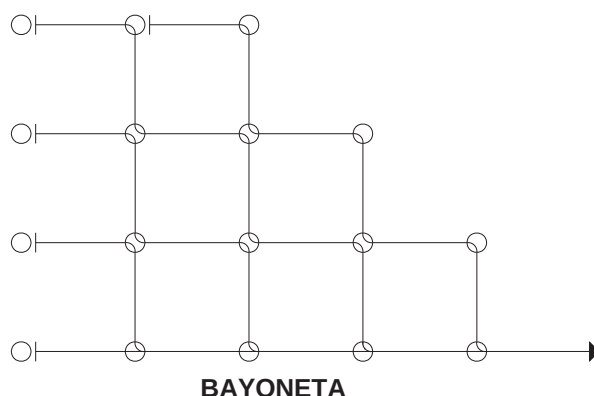
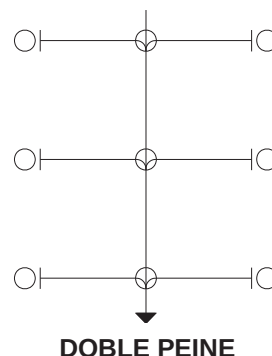
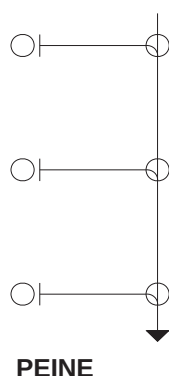
La desventaja que puede presentar la construcción del sistema separado es que se pueden hacer conexiones al drenaje indebido, pues suele suceder algunas veces que parte del agua pluvial se conecte al alcantarillado sanitario o parte de aguas negras se conecte al sistema de alcantarillado.

c.- Sistema Semicombinado

En este sistema se conducen las aguas negras con una parte de las aguas de lluvia proveniente de las azoteas, terrazas y patio de casas y edificios. Para estimar el gasto pluvial que se adiciona al gasto de aguas negras se recurre a la utilización del coeficiente de seguridad, el cual se hablará mas adelante.

Una vez escogido el sistema a emplear se procede a hacer un trazo preliminar general, el cual deberá proyectarse para que pueda recibir las descargas de cada casa o edificio que este construido o que se piense construir en el futuro, solamente que las atarjeas futuras no se deben construir de inmediato sino hasta que se necesiten.

El trazo de las atarjeas puede presentarse de las siguientes formas:



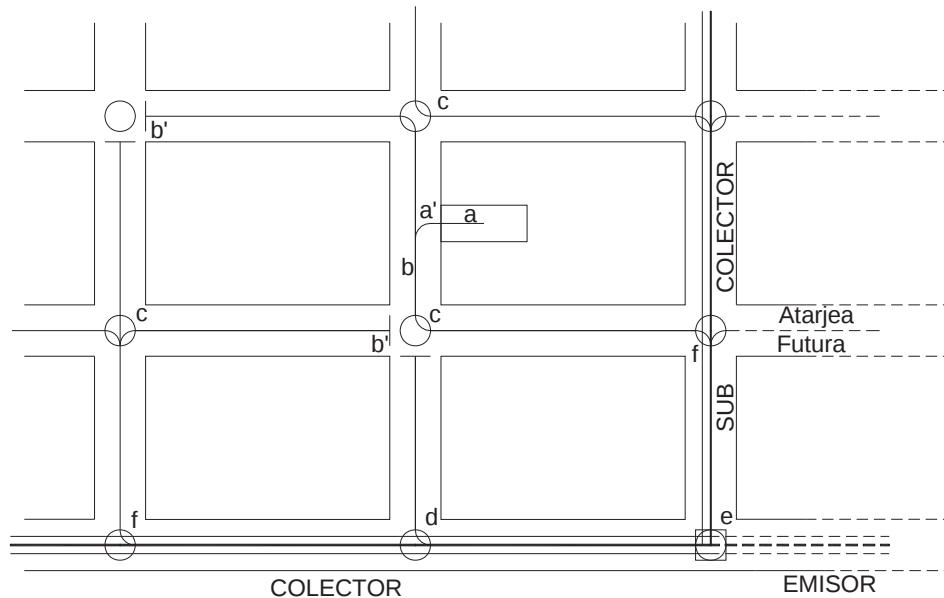
Las ventajas y desventajas que presentan estos modelos se describen a continuación:

Tabla No. 3.3 Diferencia entre el Modelo Bayoneta y Peine

MODELO	VENTAJA	DESVENTAJA
Bayoneta	Reducir el número de cabezas de atarjeas y permitir un mayor desarrollo de las atarjeas. Los conductos adquieren un régimen hidráulico establecido, logrando con esto aprovechar adecuadamente la capacidad de cada uno de los conductos.	Dificultad en su utilización, ya que el trazo requiere de terrenos con pendientes suaves más o menos estables y definidas.
Peine	Garantizan aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas a la tubería común de cada peine y de éstas a los colectores, proporcionando que se presente rápidamente un régimen hidráulico establecido.	En la mayoría de los casos estas trabajan por debajo de su capacidad, ocasionando que se desaproveche parte de dicha capacidad. Esto a que el corto desarrollo que generalmente tienen las atarjeas iniciales antes de descargar a un conducto mayor.
	Tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, esto resulta útil en el diseño cuando la topografía resulta muy irregular.	

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional de Agua)

En el esquema siguiente se presenta en forma general las partes que constituyen a una red de alcantarillado, definiéndose cada una de sus partes.



- a. Albañal interior
- a'. Albañal exterior
- b. Atarjea
- b'. Cabeza de atarjea
- c. Pozo de visita común
- d. Pozo de visita especial
- e. Pozo caja
- f. Pozo con caída adosada

ALBAÑAL.- Conducto de 15cm de diámetro, mediante el cual se recolectan las aguas residuales de casas, edificios o fábricas para entregarlas a la red de atarjeas por medio de conexiones. La descarga se inicia en un registro principal localizado en el interior del predio, provisto de una tapa de cierre hermético que impide la salida de malos olores.

La profundidad mínima de la zanja se recomienda que tenga un colchón de 0.90 m, sobre el lomo del tubo de la atarjea, en lugares con tráfico vehicular, o 0.60 m sobre el lomo cuando no exista tráfico.

Un albañal está dividido en dos partes que son: Albañal interior, el cual es un conducto localizado dentro del predio, casa o edificio; albañal exterior, es una tubería localizada del paramento hacia el exterior hasta el entronque con la atarjea.

ATARJEA.- Es la tubería que se instala por el eje de la calle y cuya función es recolectar los gastos residuales de los albañales o descargas domiciliarias. Por lo general el diámetro de las atarjeas es de 20cm.

SUBCOLECTOR.- Tubería que recibe las aportaciones de las atarjeas. Los diámetros de los subcolectores siempre serán mayores que los de las atarjeas.

COLECTORES.- Son los conductos que reciben los gastos de los subcolectores y de las atarjeas, para que puedan recibir estos gastos, los colectores se localizan en las partes más bajas de la localidad rigiendo por consecuencia el sentido del escurrimiento.

EMISOR.- Es el conducto que se caracteriza por tener el mayor diámetro en una red de alcantarillado, a él descargan las aguas residuales que recolectan los colectores y su función es la de conducir el gasto residual total de la población fuera de las zonas urbanas hasta la planta de tratamiento.

POZO DE VISITA.- Son estructuras verticales cilíndricas en su parte inferior y troncocónicas en la parte superior, que comunican la tubería de una red de alcantarillado con la superficie de la calle. Su función es dar ventilación a las tuberías y en especial sirven para dar acceso a una persona para que maniobre en su interior para las tareas de inspección y limpieza del sistema.

Los pozos de visita se localizan en los cruceros de las calles, cambios de dirección, pendientes y diámetros. Estos pozos deben de estar separados uno respecto del otro de tal forma que permitan la limpieza o desasolve de las tuberías, la separación de las tuberías dependerá de los equipos de limpieza a utilizar, pudiendo ser manuales o mecánicos. La distancia entre pozos aumenta mientras mayor sea el diámetro de la tubería, así pues, para lograr diseños económicos las especificaciones nos marcan como separación máxima los siguientes valores:

DIÁMETROS	DISTANCIA
De 0.20m a 0.60m	125 m
De 0.76m a 1.22m	150m
De 1.22m a 2.44m	175m

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional de Agua)

Estas longitudes podrán aumentarse de acuerdo a las distancias existentes entre los cruceros con un valor máximo de 10%, o bien, longitudes aproximadas de 135m, 165m y 200m respectivamente.

Los pozos de visita común se construyen para tubería de 20 a 60 cm de diámetro; para tubería de 76 a 107 cm de diámetro se construyen pozos de visita especial. Para tuberías de 122 cm de diámetro también se construirán pozos de visita especial pero con diámetro interior de 1.50m

Los pozos caja se emplean en las uniones de 2 o más conductos y también cuando existen cambios de dirección horizontal de las tuberías que funcionan como subcolectores, colectores y emisores, con diámetros de 76 cm y mayores a los que se les unen tuberías de 38 cm de diámetro o más.

POZOS DE CAIDA.- Se utilizan por razones topográficas o cuando se tiene elevaciones fijas de las plantillas de las tuberías, estos pozos son semejantes a los pozos de visita solo que están adaptados para absorber un salto de la corriente con fuertes desniveles evitando que exista una erosión en la tubería como consecuencia de la velocidad del agua. También evitar grandes

excavaciones, reduciendo los costos de construcción, las ciadas son interiores y pueden ser adosadas directas o escalonadas utilizándose en el siguiente orden.

	Altura máxima
➤ Pozos con caída adosada en tuberías de 20 a 25cm	2.00m
➤ Pozos con caída directa en tuberías de 30 a 76cm	1.50m
➤ Pozos con caída escalonada en tuberías de 91 a 244cm	0.50 a 2.50m

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional de Agua)

CAPITULO IV

CÁLCULO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE AGUAS NEGRAS DE CAPULA

IV.1.- SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EXISTENTE

Como se menciona anteriormente, la localidad de Capula cuenta con los servicios básicos, como son agua potable, energía eléctrica, teléfono. Capula cuenta además con un sistema de alcantarillado, el cual empezó a dar servicio a partir del año de 1993, en su totalidad al centro de la localidad.

En la tabla 4.1 se aprecia el número de viviendas con la evolución de los servicios según los censos realizados por el Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI), en la localidad.

Tabla 4.1 Servicios con los que cuenta la localidad de Capula en los últimos 25 años

AÑO	TOTAL DE VIVIENDAS	AGUA	LUZ	DRENAJE
1980	587	402	378	33
1990	651	561	621	106
2000	944	808	877	581
2005	1062	748	966	739

Fuente: Registro del INEGI

No obstante, el echo de que la localidad de Capula cuente ya con un sistema de alcantarillado sanitario no significa que este completamente bien su sistema, ya que actualmente la comunidad va creciendo hacia el noreste y sur de la localidad (esto se puede apreciar en el plano TOPO-1), por lo tanto necesitará de nuevas líneas de atarjeas, así como también de un colector para que en un futuro la comunidad pueda tener mayor control de sus aguas negras.

En el plano ALC.SAN.GRAL- 1 se puede apreciar como está el sistema de alcantarillado sanitario existente. Para esto, se tuvo que hacer un recorrido a la localidad y preguntar a los habitantes para saber como está el sistema de atarjeas.

Se puede observar que la mayoría del sistema tiene una forma de peine y doble peine. La mayoría de su tubería es de 20cm (8"), 25 cm (10"), 30cm (12"), 38 cm (15"). Su descarga de aguas negras la hacen al canal que rodea al centro de la localidad de Capula, con un diámetro de 45cm (18").



Fotografía No. 4.1

Descarga de Aguas Negras. Tubería de Concreto Simple de 45cm (18") de Diámetro



Fotografía No. 4.2

Descarga de Aguas Negras. Tubería de Concreto Simple de 45cm (18") de Diámetro

En las nuevas colonias de Capula se observó que existen tuberías que la misma gente del lugar ha colocado pero que dicha tubería sobresale del terreno, lo que significa que se tendrá que realizar un nuevo cálculo para estas calles. Esto se puede ver en las fotografías No. 4.3 y No.4.4



Fotografía No. 4.3
Tubería de 20cm (8") de diámetro. En la calle Aquiles Serdán.



Fotografía No. 4.4
Tubería de 20cm (8") diámetro. Calle Fray de Basalenque

IV.2.- CÁLCULO DE POBLACIÓN DE PROYECTO

La estimación de la población de proyecto es uno de los datos importantes a conocer para la elaboración de un proyecto de alcantarillado, pues es necesario saber el número aproximado de usuarios a servir al final del período económico del proyecto.

Al hacer esta estimación se emplean métodos matemáticos de extrapoblación estadística, que tienen como base los datos de los censos oficiales recabados cada 10 años. Mediante estos datos nos damos cuenta del desarrollo que ha tenido cierta localidad en años anteriores y por medio de la extrapoblación se obtendrá un valor aproximado de la población futura.

Las predicciones de población son complejas e inexactas, las cuales serán más aproximadas mientras se tenga un mayor número de datos censales, así como de la correcta aplicación de los procedimientos y la elección correcta de los resultados.

Sin embargo, no se debe perder de vista que pueden existir otros factores que pueden cambiar el desarrollo demográfico que se este previendo para cierta localidad, estos factores pueden ser natalidad, mortalidad, movimientos migratorios, desarrollo de industrias, reparto de tierra, etc. Estos originarían que el período económico de proyecto se alcance en mayor o menor tiempo respecto al establecido.

Período Económico de Proyecto

El período económico de proyecto se puede definir como el tiempo durante el cual las obras de alcantarillado servirán eficientemente a la comunidad y que a través de los años compensen los gastos de inversión, operación, conservación y administración así como sus intereses.

Debido a que la construcción de este tipo de obra origina fuertes inversiones, se debe escoger el tiempo que de un servicio amplio, pero no muy grande pues aumentaría notablemente el costo de la obra. Las erogaciones que se realicen deberán de ser cubiertas tanto por la población inmediata como por la población futura.

El período económico de un proyecto para alcantarillado puede ser determinado en función de la duración de los materiales empleados en la construcción así como también dependiendo de la vida útil de los equipos a utilizar, por tal razón, la Dirección General de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado auxiliándose en los estudios de factibilidad técnica y financiera, estableció que el período económico queda generalmente comprendido entre los siguientes valores:

Para localidades de 2,500 a 15,000 habitantes de proyecto, el período económico será de 6 a 10 años.

Para localidades con población proyecto mayores a 15,000 habitantes, el período económico es de 15 a 20 años.

Población Histórica en la localidad de Capula.

De acuerdo a los censos de población y vivienda realizados por el Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Informática (INEGI), la población de la localidad de Capula, correspondientes a los años desde 1900 hasta el último censo de 2005 son las que se presentan en la Tabla 4.2.

Tabla 4.2 Censos realizados en la Localidad de Capula

AÑO	POBLACIÓN
1900	1794
1910	1581
1921	858
1930	1613
1940	866
1950	1961
1960	2308
1970	2449
1980	3355
1990	3684
1995	3960
2000	4558

Fuente: Registro del INEGI

Se realiza la proyección de la población al término del período de diseño en que se ejecutan los estudios y los proyecto. Para esto se necesitan por lo menos los últimos cinco censos realizados por el INEGI.

Utilizando el índice de crecimiento de población proporcionado por el INEGI y con la información que se obtuvo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), referente al número de contratos de servicio hasta el 19 de julio 2007 que tiene la CFE el cual es de 1,454 tomas de luz eléctrica, se puede obtener el número actual de habitantes en Capula,

Tabla 4.3 Índice de Crecimiento

Año	1990	2000	2005
Ocupante / Vivienda	5.65	4.83	4.42

Fuente: Registro del INEGI

Por lo que tenemos un resultado de población en el 2007 igual a 6,250 habitantes.

Existen varios métodos para estimar la población futura como son:

a) Método Aritmético

Es un método de extrapolación simple, el cual considera para el futuro incrementos de población constantes e iguales al promedio aritmético de los aumentos de la población observada para años anteriores.

La expresión algebraica que nos sirve para calcular la población futura es:

$$P_f = P_a + I N \quad \text{Fórmula No. 1a}$$

Donde:

Pf = Población Futura

Pa = Población Actual

N = Número de años para los que se va a calcular la población

I = Incremento promedio anual.

$$I = \frac{P_D - P_{(D-1)}}{N} \quad \text{Formula No. 2a}$$

Donde:

PD = Población de cada decena

P(D-1) = Población de la decena anterior

No.	AÑO	POBLACION	INCREMENTO
1	1970	2,449	
2	1980	3,355	90.60
3	1990	3,684	32.90
4	1995	3,960	55.20
5	2000	4,558	119.60
6	2007	6,250	241.71
			540.01

Por lo que el incremento es igual a:

$$I = \frac{540.01}{5} = 108.00$$

Aplicando la fórmula No. 1, tenemos que la población futura para los años 2007 al 2017, es:

P2007 =	6,250	HAB.
P2009 =	6,466	HAB.
P2011 =	6,682	HAB.
P2013 =	6.898	HAB.
P2015 =	7,114	HAB.
P2017 =	7,330	HAB.

b) Método Geométrico por Incremento Medio Total

Este método está basado en la suposición de que la población tendrá un incremento análogo al que sigue un capital inicial aumentando en sus intereses, por tal razón se utiliza la fórmula del interés compuesto, la cual es:

$$P_f = P_a (1 + r)^n \quad \text{Fórmula no. 1b}$$

Donde:

Pf = Población Futura
Pa = Población Actual
R = Tasa o Factor de Crecimiento
N = Número de años transcurridos

Para poder utilizar esta fórmula es necesario despejar (1+r) de la fórmula No. 1b, donde quedaría de la siguiente forma:

$$(1+r) = \left(\frac{P_D}{P_{(D-1)}} \right)^{1/n} \quad \text{Fórmula no. 2b}$$

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)

Obteniendo valores nos queda:

No.	AÑO	POBLACION	(1 + r)
1	1970	2,449	
2	1980	3,355	1.03198
3	1990	3,684	1.00940
4	1995	3,960	1.01455
5	2000	4,558	1.02853
6	2007	6,250	1.03876
			5.1232

Obteniendo un promedio de (1+r) = 1.2464

Aplicando la fórmula No. 1b, el resultado de la población futura es:

P2007 =	6,250	HAB.
P2009 =	6,562	HAB.
P2011 =	6,889	HAB.
P2013 =	7,233	HAB.
P2015 =	7,594	HAB.
P2017 =	7,973	HAB.

c) Método Mínimos Cuadrados

En este método lo que se hará es sustituir los valores siguientes en la fórmula del método aritmético (Fórmula No. 1a):

Pf ➡ Yc
I ➡ a
N ➡ X
Pa ➡ b

Por lo que obtendremos la siguiente fórmula No. 1c, la cual es la función de regresión lineal para una línea recta.

$$Y_c = b + a X \quad \text{Fórmula No. 1c}$$

En esta fórmula Y_c nos representa la variable dependiente, X la variable independiente y b y a son constantes a determinar.

Por lo que obtendremos las formulas normales:

$$\sum Y_0 = a \sum X_0 + n b \quad \text{Fórmula No. 2c}$$

$$\sum X_0 Y_0 = a \sum X_0^2 + b \sum X_0 \quad \text{Fórmula No. 3c}$$

Resolviendo las ecuaciones 2c y 3c para obtener “a” y “b”, se tiene:

$$a = \frac{n \sum X_0 Y_0 - \sum X_0 \sum Y_0}{n \sum Y_0^2 - \sum X_0^2} \quad \text{Fórmula No. 4c}$$

$$b = \left(\frac{\sum Y_0}{n} - \frac{\sum X_0}{n} a \right) \quad \text{Fórmula No. 5c}$$

Aplicando lo anterior nos queda:

No.	AÑO 1950	POBLACION (Y_0)	X_0	X_0^2	$X_0 Y_0$
1	1970	2,449	20	400	48,980
2	1980	3,355	30	900	100,650
3	1990	3,684	40	1,600	147,360
4	1995	3,960	45	2,025	178,200
5	2000	4,558	50	2,500	227,900
6	2007	6,250	57	3,249	356,250
SUMA :		24,256	242	10,674	1,059,340

Sustituyendo en las fórmulas 4c y 5c obtenemos que a y b sean:

$$a = 88.7022$$

$$b = 465.0117$$

Sustituyendo en la fórmula no. 1c para cada año a proyectar, se tiene que:

P2007 =	5,521	HAB.
P2009 =	5,698	HAB.
P2011 =	5,876	HAB.
P2013 =	6,053	HAB.
P2015 =	6,231	HAB.
P2017 =	6,408	HAB.

d) Método de la Curva Exponencial

Este método es parecido al anterior, donde se tendrán que sustituir los siguientes términos en la fórmula 1b del método geométrico.

Pa ➡ a
(1+ r) ➡ b
Pr ➡ Y
N ➡ t

Por lo que obtenemos la fórmula de regresión lineal para una curva exponencial:

$$Y = a b^t \quad \text{Fórmula No. 1d}$$

De aquí, se obtiene las ecuaciones normales:

$$\sum \log(Y_0) = n \log(a) + \log(\sum b \sum t) \quad \text{Fórmula No. 2d}$$

$$\sum t \log(Y_0) = \log(a) \sum t + \log(b) \sum t^2 \quad \text{Fórmula No. 3d}$$

Resolviendo las ecuaciones 2d y 3d para obtener “log a” y “log b”, se tiene:

$$\log(b) = \frac{n \sum t \log(Y_0) - \sum t \sum \log(Y_0)}{n \sum t^2 - \sum t^2} \quad \text{Fórmula No. 4d}$$

$$\log(a) = \left(\frac{\sum \log(Y_0)}{n} - \frac{\sum t}{n} \right) \log(b) \quad \text{Fórmula No. 5d}$$

Aplicando lo anterior nos queda:

No.	AÑO 1950	POBLACION (Yo)	log Yo	t	t2	t log Yo
1	1970	2,449	3.389	20	400	67.780
2	1980	3,355	3.526	30	900	105.771
3	1990	3,684	3.566	40	1,600	142.653
4	1995	3,960	3.598	45	2,025	161.896
5	2000	4,558	3.659	50	2,500	182.939
6	2007	6,250	3.796	57	3,249	216.365
SUMA :		24,256	21.533	277	10,674	877.403

Sustituyendo en las fórmulas 4d y 5d obtenemos que a y b sean:

$$\begin{array}{ll} \text{Log } a = 0.009735 & a = 1.022670 \\ \text{Log } b = 3.196229 & b = 1,571.192 \end{array}$$

Sustituyendo en la fórmula No. 1d para cada año a proyectar, se tiene que:

P2007 =	5,638	HAB.
P2009 =	5,897	HAB.
P2011 =	6,167	HAB.
P2013 =	6,450	HAB.
P2015 =	6,746	HAB.
P2017 =	7,055	HAB.

Para obtener la población de proyecto, así como en cualquier año se recomienda se recurra a realizar un promedio de los resultados obtenidos, donde es usual que se redondie a cifras enteras.

METODOS UTILIZADOS	A Ñ O S					
	2007	2009	2011	2013	2015	2017
1.- METODO ARITMETICO	6,250	6,466	6,682	6,898	7,114	7,330
2.- METODO GEOMETRICO	6,250	6,562	6,889	7,233	7,594	7,973
3.- METODO DEL MINIMO CUADRADO	5,521	5,698	5,876	6,053	6,231	6,408
4.- METODO DE LA CURVA EXPONENCIAL.	5,638	5,897	6,167	6,450	6,746	7,055
SUMA :	23,659	24,623	25,614	26,634	27,684	28,766
PROMEDIO :	5,915	6,156	6,404	6,659	6,921	7,191
POB. PROY.	5,915	6,156	6,404	6,659	6,921	7,191

Por lo que nuestra **Población de Proyecto** será de **7,191 habitantes**.

IV.3.- CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROYECTO DE LA RED DE ATARJEAS

Como se menciona anteriormente, el objetivo de la red de atarjeas es el de recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas negras domésticas, comerciales e industriales hacia los colectores, subcolectores o emisores.

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.

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 15cm, siendo este el mínimo aceptable.

La red de atarjeas se localiza generalmente al cetro de las calles, las cuales van recolectando las aportaciones de los albañales. El diámetro mínimo que se utiliza en la red en un sistema de drenaje separado es de 20cm y su diseño en general debe de seguir la pendiente natural del terreno.

Una vez que se dispone de los planos topográficos de la localidad, se procede a hacer una planeación general de escurrimiento del sistema, estableciendo los sitios por donde tendrán que proyectarse el emisor, colectores y subcolectores, para esto no se debe de perder de vista todas las especificaciones vistas anteriormente.

En nuestro caso, la localidad de Capula ya cuenta con un sistema de red de atarjeas por lo que también es necesario hacer el sondeo de los pozos existentes para poder calcular el nuevo sistema.

Una vez hecha la planeación general se procede a cuantificar la longitud total del sistema, incluyendo subcolectores y colectores sin contar el emisor debido a que este se caracteriza por que no recibe ninguna descarga domiciliaria. La longitud total del sistema nos servirá más adelante para conocer la densidad de población.

En un proyecto de este tipo se deben de establecer los siguientes datos:

- ❖ Período económico
- ❖ Población proyecto
- ❖ Dotación
- ❖ Aportación
- ❖ Gastos
- ❖ Velocidades

Anteriormente ya se obtuvieron los 2 primeros datos, período económico y población proyecto; por lo que ahora solo resta hacer el cálculo hidráulico de la red de atarjeas.

El escurrimiento de la red de atarjeas es regido principalmente por la pendiente que se le da a la tubería, mientras más paralelo y cercana a la superficie sea esta pendiente mayor será el ahorro en la construcción.

La pendiente que garantiza el óptimo funcionamiento de la red de atarjeas oscila entre 4 y 84 milésimas, valores que son exclusivamente para tubería de 20 cm de diámetro.

Algunas veces se tendrá necesidad de utilizar pendientes mayores de 84 milésimas ($S=0.084$) debido a las pendientes fuertes del terreno, pero su uso se reduce a aplicarlos cuando comienza una atarjea en donde el gasto por conducir es el mínimo y a veces hasta intermitente, en este caso no se presentan problemas de desgaste de las juntas de las tuberías y por consecuencia su dislocación. Cuando se presenten pendientes mayores de 84 milésimas se tendrá que revisar que el tirante no sea menor de 1cm y la velocidad no mayor de 3m/s.

En ningún caso se recomienda proyectar con pendiente menor de 4 al millar, pero puede haber contados casos en que sea necesario utilizar pendientes como mínimo de 3, para evitar posibles estaciones de bombeo, para este caso se deberá tener la certeza de que cumpla con la condición de que el tirante mínimo sea igual a 1.5cm y la velocidad mínima de 30cm/s, esto para cuando se conduzca el gasto mínimo.

Como profundidad mínima de plantilla de la tubería se consideró de 1.20m, valor mayor de 1.10m, o sea, 90cm de colchón mínimo arriba del tubo, más los 20cm del diámetro del tubo.

GASTOS DE DISEÑO

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

- ❖ Gasto Medio
- ❖ Gasto Mínimo
- ❖ Gasto Máximo Instantáneo
- ❖ Gasto Máximo Extraordinario

Gasto Medio.- 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 se considera como un porcentaje de la dotación de agua potable, que a su vez esta en función de los diferentes uso de suelo.

El valor del gasto medio se obtiene por la expresión:

$$Q_{med} = \frac{A P}{86,400}$$

Donde:

Q_{med} = Gasto Medio (Lts/seg.)

A = Aportación (función de la Dotación)

P = Población Futura

86,400 = Segundos/día

La dotación es la cantidad de agua que se asigna a cada habitante y que comprende todos los consumos del servicio que se hace en un día medio anual, incluyendo fugas. La dotación de agua potable, si el sistema de abastecimiento es eficiente y suficiente, es función del clima, del número de habitantes y sus costumbres.

Tabla 4.4 Dotación para cada tipo de Clima y Población Proyecto

Población Proyecto	C L I M A		
	Calido	Templado	Frío
15,000 – 25,000	150	125	100
25,000 – 30,000	200	150	125
30,000 – 70,000	250	200	175
70,000 – 150,000	300	250	200
150,000 – Más	350	300	250

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional del Agua)

La aportación la podemos definir como el volumen de agua residual aportado por un habitante en un día medio anual una vez que ha utilizado su dotación en sus necesidades. La aportación es expresada en lt/hab/día.

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología, ha adoptado el criterio de aceptar como aportación de las aguas negras, del 75 al 80 por ciento de la dotación de agua potable.

De acuerdo a lo anterior el clima se define como semicálido y el tipo de clase a servir se considera de medio a popular y por lo cual la dotación que se considera es de 150 lts/hab./día, esta elección contempla desperdicios, así como el consumo de agua se destinara en satisfacer las necesidades de ganado doméstico con que cuenta la población.

Se considera que del total de la dotación el 80% llegará al sistema de alcantarillado sanitario, considerando que el 20% se perderá en fugas, riego de jardines, consumo por el ganado, etc. Por lo cual el valor de la aportación es de 120 lts/hab./día.

Con los datos ya definidos podemos obtener el gasto medio.

$$Q_{med} = \frac{120 (7,191)}{86,400} = 9.9875$$

$$Q_{med} = 9.9875 \text{ lts/s}$$

Gasto Mínimo.- El gasto mínimo generalmente se considera como la mitad del gasto medio, sin embargo para los tramos iniciales de la red y cuando se tengan pendientes muy pequeñas o muy grandes, se acepta como cuantificación práctica el gasto mínimo probable de aguas negras.

$$Q_{mín.} = 0.5 Q_{med.}$$

$$Q_{mín} = 0.5 (9.9875)$$

$$Q_{mín} = 4.9938 \text{ lt/s}$$

Gasto Máximo Instantáneo.- El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Éste gasto resulta de la multiplicación del gasto medio por el coeficiente de Harmon, que está en función de la población acumula en el tramo considerado.

$$Q_{máx.ins.} = M Q_{med}$$

Donde:

$Q_{máx.ins.}$ = Gasto Máximo Instantáneo

Q_{med} = Gasto Medio

M = Coeficiente de Harmon

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

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

En tramos donde la población acumulada es menor de 1,000 habitantes, el coeficiente de Harmon es igual a 3.8. Si la población acumulada es mayor de 63,454 habitantes, el coeficiente es igual a 2.17

Por lo que el Coeficiente de Harmon es igual a:

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{\frac{7,191}{1000}}} = 1 + 2.0953 = 3.0953$$

$$M = 3.0953$$

Por lo que el gasto máximo instantáneo es igual a:

$$Q_{\text{máx.ins.}} = 9.9875 (3.0953)$$

$$Q_{\text{máx.ins.}} = 30.910 \text{ lts/s}$$

Gasto Máximo Extraordinario.- El gasto máximo extraordinario es el caudal de aguas residuales que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como bajadas de agua pluvial de azoteas, patios, o las provocadas por un crecimiento demográfico explosivo no considerado. Se obtiene afectando el gasto máximo instantáneo por un coeficiente de seguridad que puede ser igual a 1.5 en el caso de rehabilitaciones a una red existente. Para nuevos asentamientos es igual a 1.0, siempre y cuando se garantice que las aportaciones pluviales de los lotes de los lotes urbanizados no se conecten a los albañales o a las atarjeas del alcantarillado sanitario.

$$Q_{\text{máx.ext.}} = C_s Q_{\text{máx.ins.}}$$

Donde:

$Q_{\text{máx.ext.}}$ = Gasto Máximo Extraordinario

$Q_{\text{máx.ins.}}$ = Gasto Máximo Instantáneo

C_s = Coeficiente de Seguridad

Así que el gasto máximo extraordinario es igual a:

$$Q_{\text{máx.ext.}} = 1.5 (30.910)$$

$$Q_{\text{máx.ext.}} = 46.370 \text{ lt/s}$$

Una vez establecidos los datos necesarios podemos hacer el análisis hidráulico, pero también debemos tener cuidado con algunas variables para el diseño del sistema como es en velocidades, pendientes y diámetros.

En resumen tenemos como datos de proyecto

DATOS DEL PROYECTO.

Población del último censo oficial (2005)	4,417 Habs.
Población estimada actual (2007)	6,250 Habs.
Población de proyecto (2017)	7,191 Habs.
Dotación	150 Lts/hab./día
Aportación (80% de la dotación)	120 Lts/hab./día

GASTOS DE PROYECTO:

Gasto medio	9.99 L.P.S.
Gasto mínimo	4.99 L.P.S.

Gasto máximo Instantáneo	30.91 L.P.S.
Gasto máximo Extraordinario	46.37 L.P.S.
Coeficiente de Seguridad	1.5
Coeficiente de Harmon	3.0953
Tipo de Sistema:	Separado de Aguas Negras.
Fórmulas:	Harmon y Manning
Descarga Provisional:	Cauce Torrencial

VELOCIDADES

Para el cálculo de las velocidades se utilizara la fórmula de Manning, la cual nos indica:

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

Donde:

V = Velocidad media de escurrimiento (m/seg.)

N = Coeficiente de rugosidad

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente geométrica o hidráulica del conducto.

Coeficiente de Rugosidad varía según el material de la tubería. Para el coeficiente de rugosidad se toman los siguientes valores:

Tabla 4.5 Coeficiente de Rugosidad

Material	Coeficiente de Rugosidad
Asbesto – Cemento	0.010
Concreto liso	0.012
Concreto Áspero	0.016
Concreto Presforzado	0.012
Acero Galvanizado	0.014
Fierro Fundido	0.013
Acero reforzado sin revestimiento	0.014
Acero reforzado con revestimiento	
Interior a base de epoxy	0.011
PVC (Poli cloruro de vinilo)	0.009
Polietileno de alta densidad	0.009

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional del Agua)

Para el diseño hidráulico, debemos de cuidar 2 velocidades, velocidad mínima y velocidad máxima.

Velocidad mínima.- Se considera aquella con la cual no se permite depósito de sólidos en las atarjeas que provoquen azolves y taponamientos. La velocidad mínima permisible es de 0.3m/s, considerando el gasto mínimo calculado. Considerando que el tirante debe de ser mínimo de 1.0cm, en caso de pendientes fuertes y de 1.5cm en casos normales.

Velocidad máxima.- Es el límite superior de diseño, con el cual se trata de evitar la erosión de las paredes de las tuberías y estructuras. La velocidad máxima permisible para los diferentes tipos de materiales se muestra en la tabla 4.6. Para su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario.

Tabla 4.6 Velocidades permisibles en Tuberías

Material de la Tubería	Velocidades (m/s)	
	Máxima	Mínima
Concreto simple	3.00	0.30
Concreto reforzado	3.50	0.30
Acero	5.00	0.30
Fibrocemento	5.00	0.30
Polietileno	5.00	0.30
Poli cloruro de vinilo (PVC)	5.00	0.30

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional del Agua)

Por lo general, el rango de velocidad es de 0.30m/s como mínimo y 3.00m/s como máximo.

PENDIENTES

El objetivo de limitar las pendientes es de que sea posible evitar el azolve y erosión de las tuberías. Se deberá procurar que sean lo más semejantes a las pendientes del terreno con el objetivo de obtener el mínimo de excavaciones, para esto, se fijan valores límites los cuales dependerán del caso de que se trate ya sea normal o excepcional.

TIPO DE TUBERIA

C.S. Concreto Simple
 C.R. Concreto Reforzado
 AC Acero
 FC Fibrocemento
 PEAD Polietileno de Alta Densidad
 PVC Poli cloruro de vinilo

Diámetro en centímetros

Pendiente mínima en centímetros

Tabla 4.7 Pendientes mínimas para tuberías

n = 0.013			n = 0.014		n = 0.010		n = 0.009			
C.S. (diám.)	C.R. (diám.)	S mín.	AC (diám.)	S mín.	FC (diám.)	S mín.	PEAD (diám.)	PVC métrico (diám.)	PVC ingles (diám.)	S mín.
15			17	5	15	3	15	16	15	2.5
20		4	22	4	20	2	20	20	20	2
25		2.5	27	3	25	1.5	25	25	25	1.5
30	30	2	32	2.5	30	1.5	30	31.5	30	1
38	38	1.5	36	2	35	1	35		37.5	0.7
			41	1.5	40	0.8	40	40		0.7
45	45	1.2	46	1.3	45	0.7	45		45	0.6
			51	1.1	50	0.6	50	50	52.5	0.5
							55			0.5
60	60	0.8	61	0.9	60	0.5	60	63	60	0.4
							65			0.4
							70			0.3
76	76	0.6			75	0.4	75			0.3
							81			0.3
							85			0.3
							90			0.3
	91	0.5			90	0.3				
					100	0.3				
	107	0.4			110	0.3				
	122	0.3			120	0.2				
					130	0.2				
					140	0.2				
	152	0.3			150	0.2				
					160	0.2				
					170	0.2				
	183	0.2			180	0.2				
					190	0.1				
					200	0.1				
	213	0.2								
	244	0.2								
	305	0.1								

Fuente: MAPAS (Comisión Nacional del Agua)

DIÁMETROS

El diámetro en las tuberías deberá de determinarse de tal forma que sea capaz de conducir el gasto máximo instantáneo sin presión a tubo lleno. Los diámetros máximos y mínimos utilizados en un sistema de alcantarillado para aguas negras queda determinado por las siguientes consideraciones.

Diámetro Mínimo.- La experiencia ha demostrado universalmente tanto en la conservación como en la operación de los sistemas a través de los años que el diámetro mínimo que deben tener las tuberías es de 20cm con el objetivo de evitar las frecuentes obstrucciones en ellas.

Diámetro Máximo.- Depende de los aspectos siguientes:

- ❖ Capacidad necesaria del conducto.- Determina el diámetro en función del resultado de un estudio comparativo de costos, conjugado los costos de adquisición e instalación de la tubería.
- ❖ Características topográficas del tramo en que se pretende instalar la tubería.- En función de la capacidad de conducción requerida, tomando en cuenta los desniveles disponibles y obligados.

Para poder hacer el calculo de la red de atarjeas fue necesario como ya se ha mencionado, el de revisar los materiales instalados como son las tuberías y las estructuras como pozos de visita existentes y valorar cada tramo y medir la profundidad de los pozos de visita y en función de esto poder hacer un análisis de sí se aprovechaba o se reemplazaba la estructura existente.

Actualmente se les donó tubería de concreto de 30 cm (12") de diámetro para instalar en una parte de la zona poniente. Esta también se contempla en este proyecto como tubería existente.

Sondeo de la Red de Atarjeas y Pozos Existentes



Fotografía No. 4.5



Fotografía No. 4.6

Para las nuevas líneas de red de atarjeas se colocará tubería de concreto simple, de 20cm (8") de diámetro. Cuando se llegue a una línea donde ya existe tubería mayor a los 20cm, ya sea de 25cm (10"), 30cm (12") ó 45cm (18") de diámetro, será necesario instalar tubería de este diámetro. Por razones lógicas, no se puede colocar una tubería más pequeña de la que ya existe ya que no tendría un buen funcionamiento hidráulico.

Después de revisar la red de atarjeas de Capula existente, podemos ver que se tiene las siguientes cantidades de tubería:

Cantidades de Tubería Existente de la Red de Atarjeas

Tubería de Concreto Simple	Longitud
20 cm (8")	7,009.77 mts.
25 cm (10")	1,970.37 mts.
30 cm (12")	941.42 mts.
38 cm (15")	179.85 mts.
45 cm (18")	459.08 mts.

Estas cantidades de tubería las podemos ver en el plano ALC. SANT.GRAL-1, donde se señala la red de atarjeas existente.

Con la finalidad de cubrir la localidad al 100% de su sistema sanitario, se deberá de instalar tubería con las siguientes características para la red de atarjeas de:

Cantidad de Tubería Nueva para la Red de Atarjeas

Tubería Concreto Simple	Longitud
20 cm (8")	10,212.86 mts.
25 cm (10")	82.68 mts.
30 cm (12")	571.83 mts.
Acero Lisa	
45 cm (18")	21.51 mts.

El colocar tubería de acero es para realizar las dos conexiones que habrá con el colector de proyecto y las descargas existentes. Como el colector marginal irá sobre el margen izquierdo del canal, la tubería de acero servirá para cruzar el arroyo y así poder proteger la estructura de la tubería.

Primeramente, se realizó un cálculo donde se sacaron las pendientes y profundidades de los pozos de visita como primera alternativa. Esto para poder tener un criterio y así al final definir las profundidades y diámetros definitivos.

Para ilustrar un ejemplo, se tomará el tramo de atarjeas del Pozo de Visita Número 102 al Pozo Número 22, que es el que se encuentra en la parte norte. Este tramo comprende los tramos: 102-101, 101-100, 100-95, 95-81, 81-80, 80-79, 79-78, 78-77 y 77-22 (ver plano P.A.S – 1).

CÁLCULO DE TRAMOS

TRAMO 102-101

En el cruce 102 se consideró una profundidad de pozo de 1.15mts, esto es porque en esta parte de Capula (oeste de la localidad) existe un suelo tipo "C", que significa que es un material donde existe mucha roca. Además de considerar que nuestro sistema de atarjeas tenga un buen funcionamiento hidráulico, es importante también considerar que nuestro presupuesto no sea elevado y si se tiene un suelo de este tipo la obra saldría muy cara, ya que para su excavación se utilizaría maquinaria.

Para el cálculo de la pendiente, se supone una profundidad de 1.20mts en el pozo de visita aguas abajo, es decir, el pozo número 101, donde se obtiene una cota de plantilla preliminar de la tubería igual a:

$$P = E.T.N - Prof.$$

Donde:

P = Plantilla

E.T.N = Elevación de Terreno Natural del pozo

Prof. = Profundidad de pozo

Por lo que la plantilla de los pozos 102 y 101 son:

$$P102 = 2096.70 - 1.15 = 2095.55$$

$$P101 = 2095.98 - 1.20 = 2094.78$$

Se obtiene la diferencia de nivel entre las cotas de plantillas de pozos y la pendiente será igual a la diferencia de cotas de plantillas entre la distancia entre pozos.

$$S = \frac{\Delta Ps}{L}$$

Donde:

S = Pendiente

ΔPs = Diferencia de plantillas

L = Longitud de tramo

$$S = \frac{(2095.55 - 2094.78)}{74.75} = \frac{0.77}{74.75} = 0.0103$$

La pendiente deberá de ser redondeada al milésimo para el caso de que la parte fraccionaria tenga más de 3 dígitos. Cuando se este haciendo el cálculo aguas abajo, el redondeo se hará al milésimo siguiente; Si se va aguas arriba, el redondeo será a la milésima que resultó. En nuestro caso vamos aguas abajo por lo que tenemos una pendiente $S = 11$ milésimas. Si nuestro caso fuera al contrario, que sea hacia aguas arriba la pendiente que se tomaría sería de $S = 10$ milésimas.

Una vez que se ha redondeado el valor de la pendiente se multiplica por la longitud del tramo y se obtiene el desnivel que habrá de darse al pozo aguas abajo. El cálculo de la plantilla del pozo 101 queda entonces:

$$Desn. = L (S)$$

$$Desn = 74.75 (0.011)$$

$$Desn. = 0.82\text{mts}$$

$$P101 = P102 - Desn.$$

$$P101 = 2095.55 - 0.82$$

$$P101 = 2094.73$$

Por lo que tendremos una profundidad en el pozo 101 de:

$$Prof. = E.T.N. - P101$$

$$Prof. = 2095.98 - 2094.73$$

$$Prof. = 1.25\text{mts}$$

Para los siguientes tramos como se tiene una contrapendiente, ya que la elevación del terreno natural en los siguientes pozos es más alta que la del pozo 101 es por lo que se dará la pendiente mínima que es $S = 4$ milésimas, así que se tiene de plantilla y profundidad en los pozos siguientes de:

TRAMO 101 – 100

$$\begin{aligned}\text{Desn.} &= 69.23 (0.004) = 0.28\text{mts} \\ \text{P100} &= 2094.73 - 0.28 = 2094.45 \\ \text{Prof.} &= 2096.11 - 2094.45 = 1.66\text{mts}\end{aligned}$$

TRAMO 100 – 95

$$\begin{aligned}\text{Desn.} &= 69.23 (0.004) = 0.28\text{mts} \\ \text{P95} &= 2094.45 - 0.28 = 2094.17 \\ \text{Prof.} &= 2096.24 - 2094.17 = 2.07\text{mts}\end{aligned}$$

TRAMO 95 – 81

$$\begin{aligned}\text{Desn.} &= 58.80 (0.004) = 0.24\text{mts} \\ \text{P81} &= 2094.17 - 0.24 = 2093.93 \\ \text{Prof.} &= 2096.55 - 2093.93 = 2.62\text{mts}\end{aligned}$$

TRAMO 81 – 80

$$\begin{aligned}\text{Desn.} &= 72.19 (0.004) = 0.29\text{mts} \\ \text{P80} &= 2093.93 - 0.29 = 2093.64 \\ \text{Prof.} &= 2096.63 - 2093.64 = 2.99\text{mts}\end{aligned}$$

TRAMO 80 – 79

$$\begin{aligned}\text{Desn.} &= 72.19 (0.004) = 0.29\text{mts} \\ \text{P79} &= 2093.64 - 0.29 = 2093.35 \\ \text{Prof.} &= 2096.70 - 2093.35 = 3.35\text{mts}\end{aligned}$$

TRAMO 79 – 78

$$\begin{aligned}\text{Desn.} &= 19.16 (0.004) = 0.08\text{mts} \\ \text{P78} &= 2093.35 - 0.08 = 2093.27 \\ \text{Prof.} &= 2097.09 - 2093.27 = 3.82\text{mts}\end{aligned}$$

TRAMO 78 – 77

$$\begin{aligned}\text{Desn.} &= 121.16 (0.004) = 0.48\text{mts} \\ \text{P77} &= 2093.27 - 0.48 = 2092.79 \\ \text{Prof.} &= 2097.10 - 2092.79 = 4.31\text{mts}\end{aligned}$$

TRAMO 77 – 22

$$\begin{aligned}\text{Desn.} &= 9.49 (0.004) = 0.04\text{mts} \\ \text{P22} &= 2092.79 - 0.04 = 2092.75 \\ \text{Prof.} &= 2094.56 - 2092.75 = 1.81\text{mts}\end{aligned}$$

Como se puede observar, tenemos profundidades de hasta 4.31mts, por lo que son profundidades grandes y como también debemos de pensar en el presupuesto de la obra, estas profundidades harán que el presupuesto sea grande. Otra cosa que también se debe de tener en cuenta es que del tramo 23-22 se tiene una llegada de plantilla al Pozo No. 22 de 2093.06, por lo que tenemos una profundidad de 1.50mts.

La decisión que se tomo fue que el Pozo No. 22 será un Pozo con Caída Adosada donde tendrá una profundidad de 1.50m con una caída de 0.14m (vea plano P.A.S-1) se dejará una pendiente de $S=4$ aguas arriba hasta el tramo 81 – 95 donde tendrá una pendiente de $S = 2$ para así que nuestras profundidades no sean tan grandes. Por ultimo, en el tramo final se sacara la pendiente, ya que en este tramo no se tiene problema alguno con la pendiente.

CALCULO DE TRAMOS AGUAS ARRIBA POZO 22 AL POZO 102

$$P22_{\text{SALIDA}} = 2094.56 - 1.50 = 2093.06$$

$$P22_{\text{LLEGADA}} = 2093.06 + 0.14 = 2093.20$$

TRAMO 22 – 77

$$\text{Desn.} = 9.49 (0.004) = 0.04\text{mts}$$

$$P77 = 2093.20 + 0.04 = 2093.24$$

$$\text{Prof.} = 2097.10 - 2093.24 = 3.86\text{mts}$$

TRAMO 77 – 78

$$\text{Desn.} = 121.16 (0.004) = 0.48\text{mts}$$

$$P78 = 2093.24 + 0.48 = 2093.72$$

$$\text{Prof.} = 2097.09 - 2093.72 = 3.37\text{mts}$$

TRAMO 78 – 79

$$\text{Desn.} = 19.16 (0.004) = 0.08\text{mts}$$

$$P79 = 2093.72 + 0.08 = 2093.80$$

$$\text{Prof.} = 2096.70 - 2093.80 = 2.90\text{mts}$$

TRAMO 79 – 80

$$\text{Desn.} = 72.19 (0.004) = 0.29\text{mts}$$

$$P80 = 2093.80 + 0.29 = 2094.09$$

$$\text{Prof.} = 2096.63 - 2094.09 = 2.54\text{mts}$$

TRAMO 80 – 81

$$\text{Desn.} = 72.19 (0.004) = 0.29\text{mts}$$

$$P81 = 2094.09 + 0.29 = 2094.38$$

$$\text{Prof.} = 2096.55 - 2094.38 = 2.17\text{mts}$$

TRAMO 81 – 95

$$\text{Desn.} = 58.80 (0.002) = 0.12\text{mts}$$

$$P95 = 2094.38 + 0.12 = 2094.50$$

$$\text{Prof.} = 2096.24 - 2094.50 = 1.74\text{mts}$$

TRAMO 95 - 100

$$\text{Desn.} = 69.23 (0.002) = 0.14\text{mts}$$

$$P100 = 2094.50 + 0.14 = 2094.64$$

$$\text{Prof.} = 2096.11 - 2094.64 = 1.47\text{mts}$$

TRAMO 100 – 101

$$\text{Desn.} = 69.23 (0.002) = 0.14\text{mts}$$

$$P100 = 2094.64 + 0.14 = 2094.78$$

$$\text{Prof.} = 2095.98 - 2094.78 = 1.20\text{mts}$$

TRAMO 101 – 102

Como se propuso una profundidad de 1.50m para el Pozo No. 102, ya anteriormente se había calculado la pendiente que fue de $S = 0.0103$, como vamos aguas arriba por lo tanto nuestra pendiente será de $S = 10$ milésimas. Así que nuestra plantilla de salida en el Pozo 102 es de:

$$\text{Desn.} = 74.75 (0.010) = 0.75\text{mts}$$

$$P_{102} = 2094.78 + 0.75 = 2095.53$$

$$\text{Prof.} = 2096.70 - 2095.53 = 1.17\text{mts}$$

Una pregunta aquí importante es: ¿Por qué se determinó una pendiente $S = 2$, si la pendiente mínima es de 4 milésimas? Bueno, se tienen que observar dos aspectos importantes.

1.- Es que en el Pozo 95 es un cruce de llegada, por lo que es importante cuidar las profundidades de los pozos aguas arriba, así como también en el Pozo 81.

2.- Es cierto que la pendiente mínima es de $S = 4$ milésimas para diámetros de 20cm (8"), si revisamos la Tabla 4.7 donde se indican las Pendientes Mínimas para Tuberías, nos indica que si tenemos una $S = 2$ milésimas y estamos utilizando tubería de concreto simple, a partir de este tramo debemos de usar tubería de 30cm (12"), por lo que se instalará tubería de 30cm.

Otro ejemplo importante a considerar es en el tramo que se encuentra en la parte sureste, a los pozos correspondientes No. 251 y No. 255. Si revisamos el plano TOPO-1, observamos que en estos tramos la elevación que se tiene es baja. En el Pozo 251 E.T.N. = 2092.19 y en el Pozo 255 E.T.N. = 2092.33, ya que al hacer los cálculos se tienen profundidades pequeñas, aun dando una pendiente $S = 4$ ó 3. Por lo que fue se propone rellenar en esta zona, dando un terraplén de $H = 0.63\text{m}$ en el Pozo No. 251 y un terraplén de $H = 0.45\text{m}$ en el Pozo No. 255, dando así una profundidad de 1.12m en cada pozo.

Para revisar el funcionamiento hidráulico como es la velocidad, pendiente, profundidades y el tirante de las tuberías de la Red de Atarjeas, nos basaremos de una tabla donde además de revisar el funcionamiento hidráulico, también nos sirve para saber los volúmenes de obra. En esta tabla es importante tener los datos de proyecto para ingresarlos como son población proyecto, longitud total de la red, gasto medio, dotación y aportación.

En esta tabla es importante revisar las columnas de Gasto Máximo Extraordinario donde este deberá de ser menor con el dato de la columna de Gasto a Tubo Lleno.

Así mismo, también es importante revisar la columna de Velocidad a Tubo Lleno, donde es aquí donde revisaremos que la velocidad este dentro de normas, es decir, $V_{\min} = 0.30 \text{ m/s}$ y $V_{\max} = 3.0 \text{ m/s}$. Adicionalmente, debe de asegurarse que el tirante calculado bajo estas condiciones, tenga un valor mínimo de 1.0cm en caso de pendientes fuertes, en casos normales que el tirante mínimo sea igual a 1.5cm.

Se toma en cuenta la altura del colchón del pozo, que éste debe de ser mayor a 90cm. Habrá algunos cálculos donde el Colchón será menor a los 90cm, pero esto es debido a que son pozos existentes y sus profundidades son menores a 1.12m.

Los cálculos se encuentran en anexos.

IV.4.- CÁLCULO DEL COLECTOR GENERAL

Los colectores son las tuberías que reciben las aguas negras de las atarjeas, pueden terminar en un interceptor, emisor o planta de tratamiento. Por razones económicas, los colectores e interceptores deben tender a ser una replica subterránea del drenaje superficial natural.

Para recolectar las aguas residuales de una localidad se debe seguir un modelo de configuración para el trazo de los colectores, interceptores y emisores del cual fundamentalmente dependen de:

- ❖ Topografía predominante
- ❖ Trazo de las calles
- ❖ Sitios de vertido
- ❖ Disponibilidad de terreno para ubicar la planta de tratamiento.

Para esto existen los modelos:

1. Modelo Perpendicular

En una comunidad paralela a una corriente, terreno suave, pendiente hacia ésta, la mejor forma de recolectar las aguas residuales será con tuberías perpendiculares a la corriente.

2. Modelo Radial

Las aguas residuales en este modelo fluyen hacia fuera de la localidad, en forma radial a través de los colectores.

3. Modelo de Interceptores

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

4. Modelo de Abanico

Si la localidad se encuentra 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.

El factor que interviene en el diseño, es la Topografía. La circulación del agua en las tuberías debe tender a gravedad, esto dependiendo de la correcta ubicación del colector y las pendientes que puedan obtenerse de acuerdo a la topografía de la zona.

Cuando existan condiciones muy particulares donde se requiera que sea a bombeo para:

- ♣ Elevar las aguas negras de un conducto profundo a otro más superficial, cuando constructivamente no es económico continuar con las profundidades resultantes.
- ♣ Pasar las aguas negras de una zona de drenaje a otra.
- ♣ Entregar las aguas negras a una planta de tratamiento o a una estructura de descarga, por condiciones que así lo requieran.

Una vez que se tiene definido el colector, se procede a realizar el cálculo hidráulico de las tuberías de este.

En este trabajo se ha proyectado la construcción de dos colectores, el primero que es el más importante “COLECTOR MARGINAL”, que se propone construir al lado izquierdo del cauce torrencial que cruza la localidad.



Fotografía No. 4.7.
Cauce Torrencial propuesto para Colector Marginal parte Oeste



Fotografía No. 4.8.



Fotografía No. 4.9.
Cauce Torrencial propuesto para Colector Marginal parte Norte



Fotografía No. 4.10.

La tubería propuesta a instalar es de concreto simple con junta hermética debiéndose instalar:

Cantidades de Tubería para el Colector Marginal

Tubería de Concreto Simple	Longitud
25 cm (10")	266.38 mts.
30 cm (12")	682.64 mts.
45 cm (18")	647.07 mts.

Con este colector se evitara que las aguas negras de la zona poniente pasen por la red de atarjeas de la zona centro, con la finalidad de que la red de atarjeas existente trabaje libremente ya que la mayoría de la tubería es de 20 cm y este sistema se encuentra trabajando eficazmente.

El segundo colector llamado COLECTOR I, su función será el de eliminar las aguas negras de las zonas que están en crecimiento en la parte oriente y sur de la localidad. Para la construcción de este colector se utilizará tubería de concreto simple con junta hermética con las siguientes cantidades:

Cantidades de Tubería para el Colector I

Tubería de Concreto Simple 25 cm (10")	Longitud 368.87 mts.
Tubería de Acero Lisa 25 cm (10")	7.68 mts.

La tubería de acero es necesaria para cruzar el canal y llegar al Pozo No. 1, el cual será el pozo de descarga.

Nuestro Colector Marginal iniciara desde el Pozo No. 28, el cual es un pozo existente, con una tubería de 25cm (10"). Cabe destacar para el cálculo del colector es que el Pozo No. 27 es existente. Se propuso que tenga una caída de $h = 0.63\text{m}$ ya que aguas arriba se propone que se instale nueva línea de atarjeas ya que la existente se encuentra por arriba del terreno natural.

Los cambios de tubería para el Colector Marginal se designaron a base de que ya existen descargas. En el Pozo No. 23, se tiene una unión con una tubería de 30cm (12"), por lo que se incrementará nuestra tubería de 25 a 30cm; hasta llegar a la siguiente unión con la red de atarjeas existente en el Pozo No. 13, que a partir de aquí es una tubería de 45cm (18").

Se recomienda que el cálculo de pendientes se haga de igual forma como en la red de atarjeas comenzando por la parte más baja, es decir, partiendo desde la descarga del colector hasta la red de atarjeas.

Algo similar al ejemplo que se dió en la red de atarjeas ocurrió en el emisor, donde se tuvo que dar pendiente de $S = 3$ milésimas, ya que mientras más grande se asignaba la pendiente más grande se hacia la profundidad en los pozos. Si se revisa la tabla de Pendientes Mínimas con Respecto a la Clase de Tubería (Tabla No. 4.7), podemos ver que se respeta la norma.

Para revisar el funcionamiento hidráulico como la velocidad, pendiente y el tirante de las tuberías se realiza el mismo cálculo que se utiliza para la red de atarjeas. La misma tabla que se utilizó para la revisión hidráulica de la red de atarjeas, servirá para hacer el análisis de ambos colectores.

De igual forma, se debe revisar que el funcionamiento hidráulico sea eficiente, es decir, que el gasto máximo extraordinario sea menor al gasto a tubo lleno. La velocidad debe de estar en el rango de 0.30m/s a 3.0m/s y que el tirante mínimo sea de 1.5cm ya que estamos en condiciones normales.

Los cálculos se encuentran en la sección de Anexos. Además se adjuntan planos de los perfiles de ambos colectores. Plano P.C.M-1 y Plano P.C.I-1

PRESUPUESTO DE OBRA

El presupuesto se dividirá en dos partes para cada cálculo Red de Atarjeas, Colector Marginal y Colector I. En la primera parte se realizan los conceptos de Mano de Obra donde se verán los siguientes.

Para cuantificar la mano de obra para el material de excavación, plantilla, relleno a volteo y apisonado, se recurre a la tabla donde se realizó el cálculo hidráulico. Para ilustrar como se desarrolla el presupuesto se tomará como ejemplo los datos del Colector Marginal. Los pasos a seguir son:

1. Al presupuestar las cantidades de excavación se debe de clasificar de acuerdo a la profundidad de instalación de la tubería, esta profundidad va de dos en dos metros. Para nuestro caso tenemos dos conceptos a pagar, excavación a dos y a cuatro metros de profundidad, esto en Material Tipo "B" (se considera Material Tipo "B" a la arcilla dura, tepetates de dureza media, rocas blandas, o bien todos aquellos materiales que puedan ser aflojados fácilmente por el hombre).

La mayor parte de Capula es del Material Tipo "B", por lo que se tomara el 10% para excavar hasta 2.00m y un 70% de excavación hasta 4.00m. Capula en su parte poniente, tiene un Material Tipo "C", el cual es un material muy duro, es considerado roca dura, por lo que es necesario el utilizar de maquinaria e inclusive de explosivos. Para nuestro presupuesto se considerara un 20% de excavación.

Es importante saber para el presupuesto cuales son las calles pavimentadas, ya que esto también interfiere en la consideración del porcentaje que se dará a cada concepto de excavación. Por eso es importante el realizar las visitas a la localidad para saber cuales son las calles pavimentadas y en Capula se tiene que su centro es donde se tiene mayor porcentaje de calles pavimentadas. Ver plano C.PAV-1



Fotografía No. 4.11.



Fotografía No. 4.12.

Calles con Pavimento Hidráulico



Fotografía No. 4.13.



Fotografía No. 4.14.

Calles Empedradas

Con la ayuda de la tabla del cálculo hidráulico, nos da un total de excavación igual a 2,336.76m³, se tiene entonces que:

Excavación a Mano para Zanjas en Material Tipo "B" en seco:

De 0.00m a 2.00m una excavación igual a: $2,336.76 (0.10) = 230.97 \text{ m}^3$

De 2.00m a 4.00m una excavación igual a: $2,336.76 (0.70) = 1,643.84 \text{ m}^3$

Excavación a Mano para Zanjas en Material Tipo "C" en seco:

De 0.00m a 2.00m una excavación igual a: $2,336.76 (0.20) = 461.95 \text{ m}^3$

2. Los siguientes conceptos en el presupuesto son el de plantilla, relleno a volteo y relleno compactado. Las excavaciones de igual forma se obtienen de la tabla del cálculo hidráulico.
3. En el concepto de acarreo se tomará para el primer acarreo el valor que la tabla obtenga, pero en el concepto de acarreos subsecuentes, el valor del primer acarreo se multiplicara por dos, ya que serán los kilómetros que se recorrerán para llevar el material de excavación.
4. Por ultimo se realiza el concepto para presupuestar las cantidades de los pozos de visita. Se debe de tomar en cuenta las siguientes observaciones:

Profundidades de Excavación en Zanja para Instalación de Tuberías.

Hasta 1.25m	se considera la profundidad de	1.25m
De 1.26 a 1.50m	se considera la profundidad de	1.50m
De 1.51 a 1.75m	se considera la profundidad de	1.75m
De 1.76 a 2.00m	se considera la profundidad de	2.00m
De 2.01 a 2.25m	se considera la profundidad de	2.25m
De 2.26 a 2.50m	se considera la profundidad de	2.50m
De 2.51 a 2.75m	se considera la profundidad de	2.75m
De 2.76 a 3.00m	se considera la profundidad de	3.00m

Para esto se deben conocer las profundidades de excavación, para lo cual se saca la profundidad promedio de cada pozo y se clasifica de acuerdo a los valores vistos en la tabla anterior. Por lo que se tiene que el Colector Marginal cuenta con:

2 Pozos de 1.25 m
 19 Pozos de 1.50 m
 2 Pozos de 1.75 m
 1 Pozo de 2.00 m
 1 Pozo de 2.25 m
 3 Pozos de 3.00 m

El siguiente concepto es el de Materiales. En éste se cuantifica la cantidad de materiales que se necesitará para nuestra obra, longitud total de tubería a instalar, tapas o brocales para los pozos de visita. De igual forma, los datos se obtienen de la tabla de cálculo hidráulico.

Los conceptos de materiales para el Colector Marginal son:

1. Suministro, instalación y prueba de tubería de:
 Concreto simple con junta hermética de 25cm (10") de diámetro = 266.38 m
 Concreto simple con junta hermética de 30cm (12") de diámetro = 682.64 m
 Concreto simple con junta hermética de 45cm (18") de diámetro = 647.04 m
2. Brocales y tapas de concreto para pozos de visita.
 Se tiene un total de pozos de visita igual a 27 pozos

Todos los conceptos se multiplicarán por el precio unitario que tiene de la Comisión Nacional del Agua. Como se menciono anteriormente, esto se hace para cada cálculo dando así un total de:

C O N C E P T O	Mano de Obra	Materiales	Importe
Colector Marginal	\$ 398,362.05	\$ 373,150.91	\$ 771,512.96
Colector I	\$ 70,333.68	\$ 52,802.05	123,135.73
Red de Atarjeas (mano de Obra)	\$1,962,123.52	\$ 1,226,348.08	\$ 3,188,471.60
Subtotal			\$ 4,083,120.29
15% de IVA			\$ 612,468.04
TOTAL			\$ 4,695,588.33

El Presupuesto tiene un Importe Total de \$ 4, 695, 588.33 (CUATRO MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y CINTO MIL QUINIENTOS OCHENTA Y OCHO PESOS 33/100 M.N.)

El Presupuesto General se encuentra en anexos.

IV.5.- DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS NEGRAS

Se ha dicho que la importancia de proyectar un Sistema Sanitario de Aguas Negras es para que se mejoren las condiciones de salud y saneamiento en las regiones en vías de desarrollo, con la finalidad de recolectar las aguas negras que genera el hombre después de utilizar el agua potable en sus diferentes actividades.

La red de atarjeas nos sirve para recolectar las aguas negras de las casas y de aquí llevarlas a subcolectores, colectores o emisores que su función es de descargar las aguas negras fuera de la localidad.

Si nuestra finalidad es que no se contamine tanto la localidad de Capula como las regiones cercanas a ella con un sistema de alcantarillado, debemos de saber que es lo que haremos con las descargas de las aguas negras.

Dentro de la Ley de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Michoacán, nos especifica en el artículo 11 que: "Con el objeto de reducir la contaminación y atender la degradación de la calidad del agua dentro de >>El Sistema<<, las autoridades estatales y municipales, así como los organismos a que se refiere la presente Ley, en el ámbito de su competencia, promoverán obligatoriamente el establecimiento de sistemas de potabilización. Asimismo, se establecerán sistemas de tratamiento de aguas residuales y manejo de lodos o se fomentarán los sistemas alternos que sustituyan el alcantarillado sanitario, cuando éste no pueda construirse y la realización de las acciones necesarias para conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de aguas, para que se cumpla con los ordenamientos de la Ley de Aguas Nacionales"

Por lo que el tratamiento de aguas residuales es necesario para la prevención de la contaminación ambiental y del agua, al igual que para la protección de la salud pública. Mientras que cada región tiene sus propias necesidades correspondientes a métodos de tratamiento particulares, cierto número de opciones tradicionales y modernas de tratamiento se encuentran disponibles al diseñar una planta de tratamiento de aguas residuales.

En aquellas áreas donde no es factible construir plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales, podrían emplearse muchas otras opciones naturales de tratamiento. El manejo efectivo de aguas residuales debe dar como resultado un efluente ya sea reciclado o reusable, o uno que pueda ser descargado de manera segura en el medio ambiente.

Aunque el tema principal de este trabajo de tesis no es el diseño de una planta de tratamiento, si es importante el saber o conocer acerca de ella, por lo que se hará una pequeña mención de las plantas de tratamiento.

Por lo que la función principal de nuestros colectores además de recolectar las aguas negras de la localidad de Capula, es también el de llevar dichas aguas a una planta de tratamiento, para que estas sean tratadas y en un futuro pueda ser reutilizada el agua, a lo mejor no para consumo domestico, pero si para mejorar las condiciones y puedan ser desalojadas directamente a mantos acuíferos cercanos a la localidad y así disminuir el índice de contaminación.

Típicamente existen dos formas generales de tratar las aguas residuales. Una de ellas consiste en dejar que las aguas residuales se asienten en el fondo de los estanques, permitiendo que el material sólido se deposite en el fondo. Después se trata la corriente superior de residuos con sustancias químicas para reducir el número de contaminantes dañinos presentes. El segundo método más común consiste en utilizar la población bacteriana para degradar la materia orgánica. Este método, conocido como tratamiento de lodos activados, requiere el abastecimiento de oxígeno a los microbios de las aguas residuales para realzar su metabolismo.

Como lo vimos anterior mente, los pasos básicos para el tratamiento de aguas residuales incluyen:

1. Pre-tratamiento.- Remoción física de objetos grandes.
2. Deposición Primaria.- Sedimentación por gravedad de las partículas sólidas y contaminantes adheridos.
3. Tratamiento Secundario.- Digestión biológica usando lodos activados o filtros de goteo que fomentan el crecimiento de microorganismos.
4. Tratamiento Terciario.- Tratamiento químico (por ejemplo, precipitación, desinfección). También puede utilizarse para realzar los pasos del tratamiento primario.

Las tecnologías de precipitación (coagulación y floculación) por lo general involucran sistemas de alimentación química sofisticados que a menudo se encuentran fuera del alcance tecnológico de los operadores de plantas de tratamiento de agua en las áreas más remotas. Mientras tanto, la filtración lenta con arena es utilizada más a menudo como una aplicación de agua potable, pero puede (bajo condiciones propicias) ser también utilizada para el control de aguas residuales, jugando un papel doble como un sistema de tratamiento biológicamente activo antes de alimentar las corrientes naturales de agua. Aún así, éstas también requieren un funcionamiento y mantenimiento cuidadoso.

Las alternativas para las operaciones de tratamiento de aguas residuales hechas por el hombre involucran cierto número de tratamientos naturales. Los sistemas de desecho en sitio (tanques sépticos o pozos negros) ofrecen una opción viable para deshacerse de los residuos, al ser debidamente manejados. Además, el uso de lagunas de estabilización, sistemas de tratamiento de terrenos y sistemas acuáticos para el desecho de residuos son adecuados, nuevamente, al ser manejados apropiadamente. Las lagunas de estabilización son una alternativa de bajo costo para el tratamiento de corrientes de residuos, pero requieren vastas extensiones de terreno.

Las aguas de alcantarillado también pueden ser aplicadas al terreno y utilizadas como una fuente de agua para los cultivos agrícolas. Los sistemas de tratamiento acuático incluyen estanques o ciénagas con plantas que tienen la capacidad de tomar los contaminantes dañinos que se encuentran en las aguas negras. Estos sistemas pueden ser ciénagas naturales o hechas por el hombre.

CAPITULO V CONCLUSIONES

Al término de este proyecto podemos darnos cuenta de la importancia que tiene un Sistema de Alcantarillado Sanitario ya que esta obra puede beneficiar a las localidades que la requieran para el mejoramiento y bienestar de sus habitantes. Por eso, es que se debe de tener un Sistema de Alcantarillado el cual sea capaz de poder llevar todas las descargas de aguas negras producidas por el consumo que se le de al agua potable después de haber utilizado ésta.

Como conclusión podemos citar que:

1. Es importante contar con todos los datos posibles como son:
 - Registros de la localidad. Por ejemplo, el registro de población en años anteriores así como población actual. Índice de crecimiento de población. Clima.
 - Periodo para el que estará diseñado el sistema de red de atarjeas.
 - Planos topográficos.
 - Normas
2. La importancia de visitar la localidad donde se realizará el proyecto. Esto para poder saber cómo se encuentra actualmente la localidad, de revisar su Red de Atarjeas si es que cuenta con una, si servirá su red actual o será necesario de hacer algunos cambios ya sea en tubería o en hacer nuevos pozos de visita. Ver por donde es más conveniente y rápido desalojar las aguas negras y a donde llevarlas fuera de la localidad.
3. Tener un buen criterio para poder determinar por donde es conveniente proyectar la red de atarjeas. En el centro de Capula, ya tiene un sistema de red de atarjeas, el cual sirvió para poder llevar las descargas de las nuevas colonias, donde cuenta con una tubería de 45cm (18") existente la cual fue importante ya que con esta tubería las nuevas descargas de la parte sur no pasan por el centro de la localidad.
4. Las descargas que se encuentran en la parte poniente y sureste de igual forma no pasan por el centro de la localidad, ya que estas descargas llegan directamente al Colector Marginal y al Colector I respectivamente.
5. Revisar el funcionamiento hidráulico de la tubería existente y de proyecto. La ventaja en este proyecto es que la mayoría de la tubería existe es óptima y no tiene problemas con el funcionamiento hidráulico, así como también los colectores. Ambas redes como de Atarjea y colectores tienen una buena profundidad y un diámetro grande el cual ayuda para poder desalojar las descargas del centro de Capula así como para las nuevas colonias.
6. Tratado de las Aguas Negras. Es importante que se le de un tratado a las aguas negras, ya que después estas aguas podrían desbocar al mismo cauce torrencial pero con un menor porcentaje de contaminantes y así no ocasionar tanto daño al suelo o la salud de los habitantes de Capula. Al final, estaremos cumpliendo con nuestros objetivos primordiales, el darle a la Localidad de Capula un mejor servicio en su Sistema Sanitario de Aguas Negras y mayor calidad de vida.

A N E X O S

- 1) PRESUPUESTO DE OBRA**
- 2) CALCULO DE RED DE ATARJEAS**
- 3) CALCULO DE COLECTOR I**
- 4) CALCULO DE COLECTOR MARGINAL**
- 5) PLANO DE CALLES PAVIMENTADAS**
- 6) PLANO TOPOGRAFICO**
- 7) PLANO DE PROYECTO**
 - A) PLANO DE ZONA I**
 - B) PLANO DE ZONA II**
 - C) PLANO DE ZONA III**
 - D) PLANO DE ZONA IV**
- 8) PERFILES DE COLECTORES**

BIBLIOGRAFIA

- ◆ TAPIA, MENDOZA FELICIANO, Memoria Histórica de Capula, Jitanjáfora Red Utopía, A.C., 2001.
- ◆ HEINKE, HENRRY, Ingeniería Ambiental, Pretencie Hall,
- ◆ METCALF – EDDY, Ingeniería Sanitaria Redes de Alcantarillado y Bombeo de Aguas Residuales, Labor S.A.
- ◆ MC.GHEE, TERENCE J., Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, (Ing. Ambiental 6ta. Edición). Cap. 12
- ◆ Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2003
- ◆ CISNEROS, PILLE DAVID. Tesis, Calculo del Colector de la Localidad de Jiquilpan, Michoacán. 1984.
- ◆ Ley de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento del Estado de Michoacán. Última reforma publicada en el Periódico Oficial 19 de Agosto 2002.



TESIS PROFESIONAL "COLECTOR GENERAL DE LA LOCALIDAD DE CAPULA"

PRESUPUESTO DE RED DE ATARJEAS Y COLECTORES

PRESENTA: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ
ASESOR: ING. PATRICIA ARAIZA CHAVEZ



CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
1	COLECTOR MARGINAL (MANO DE OBRA)				
1.1	LIMPIEZA Y TRAZO DEL TERRENO EN LINEAS Y REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	ML	1,596.06	4.98	7,948.38
1.2	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD, EN MATERIAL "B" EN SECO INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL.	M3	230.97	50.75	11,721.73
1.3	EXCAVACION CON MAQUINA EN MATERIAL "B" EN DE 0.00 A 4.00 M DE PROFUNDIDAD PARA ZANJAS, EN SECO, INCLUYE : AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL.	M3	1,643.84	35.95	59,096.05
1.4	EXCAVACION EN ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD, EN MATERIAL "C" EN SECO, YA SEA CON USO DE EXPLOSIVOS, CUÑA Y MARRO O CON MAQUINA, CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL. EL PROCEDIMIENTO DE LA EXCAVACION SERA DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL RESIDENTE.	M3	461.95	191.43	88,431.09
1.5	PLANTILLA APISONADA Y COMPACTADA CON PISON DE MANO EN ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO INCLUYE : MATERIAL, COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DEL APOYO SEMICIRCULAR PARA PERMITIR EL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA.	M3	189.57	147.84	28,026.03
1.6	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL "A" y "B" CON PALA DE MANO, INCLUYE SELECCIÓN Y VOLTEO DEL MATERIAL.	M3	1,190.58	18.51	22,037.64
1.7	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO APISONADO Y COMPACTADO CON EQUIPO MANUAL, CON AGUA, EN CAPAS DE 0.20 M DE ESPESOR AL 85 % PRUEBA PROCTOR.	M3	524.82	151.39	79,452.50
1.8	ACARREO PRIMER KM. DE MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAMION DE VOLTEO INCLUYE : CARGA DESDE EL SITIO PRECISO DE EXCAVACION Y DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO PLANO PAVIMENTADO.	M3	521.83	51.19	26,712.48
1.9	ACARREO KM. SUBSECUENTES DE MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAMION DE VOLTEO INCLUYE : CARGA DESDE EL SITIO PRECISO DE EXCAVACION Y DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO PLANO PAVIMENTADO.	M3-KM	1,043.66	8.12	8,474.52
1.10	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.25 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	2.00	2,326.52	4,653.04
1.11	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.50 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	19.00	2,606.71	49,527.49
1.12	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.75 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	2.00	2,901.22	5,802.44
1.13	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	1.00	3,166.26	3,166.26



TESIS PROFESIONAL "COLECTOR GENERAL DE LA LOCALIDAD DE CAPULA"

PRESUPUESTO DE RED DE ATARJEAS Y COLECTORES

PRESENTA: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ
ASESOR: ING. PATRICIA ARAIZA CHAVEZ



CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
1.14	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 2.25 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	1.00	3,312.42	3,312.42
1.15	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 3.00 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	2.00	4,473.25	8,946.50
TOTAL COLECTOR MARGINAL (MANO DE OBRA)					398,362.05
2	COLECTOR MARGINAL (MATERIALES)				
2.1	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE CON JUNTA HERMETICA DE 25 CM (10") DE DIAMETRO INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	266.38	108.48	28,896.90
2.2	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE CON JUNTA HERMETICA DE 30 CM (12") DE DIAMETRO INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	682.64	188.30	128,541.11
2.3	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE CON JUNTA HERMETICA DE 45 CM (18") DE DIAMETRO INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	647.04	290.35	187,868.06
2.4	BROCALES Y TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA POZOS DE VISITA INCLUYE : CARGA, DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES BROCAL Y TAPA DE CONCRETO SUMINISTRO E INSTALACION.	Pza	27.00	1,031.29	27,844.83
TOTAL COLECTOR MARGINAL (MATERIALES)					373,150.91
3	COLECTOR I (MANO DE OBRA)				
3.1	LIMPIEZA Y TRAZO DEL TERRENO EN LINEAS Y REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	ML	376.55	4.98	1,875.22
3.2	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD, EN MATERIAL "B" EN SECO INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL.	M3	34.93	50.75	1,772.70
3.3	EXCAVACION CON MAQUINA EN MATERIAL "B" EN DE 0.00 A 5.00 M DE PROFUNDIDAD PARA ZANJAS, EN SECO, INCLUYE : AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL.	M3	244.49	35.95	8,789.42
3.4	EXCAVACION EN ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD, EN MATERIAL "C" EN SECO, YA SEA CON USO DE EXPLOSIVOS, CUÑA Y MARRO O CON MAQUINA, CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL. EL PROCEDIMIENTO DE LA EXCAVACION SERA DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL RESIDENTE.	M3	69.85	191.43	13,371.39

**TESIS PROFESIONAL "COLECTOR GENERAL DE LA LOCALIDAD DE CAPULA"****PRESUPUESTO DE RED DE ATARJEAS Y COLECTORES****PRESENTA: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ
ASESOR: ING. PATRICIA ARAIZA CHAVEZ**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
3.5	PLANTILLA APISONADA Y COMPACTADA CON PISON DE MANO EN ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO INCLUYE : MATERIAL, COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DEL APOYO SEMICIRCULAR PARA PERMITIR EL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA.	M3	28.99	147.84	4,285.88
3.6	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL "A" y "B" CON PALA DE MANO, INCLUYE SELECCIÓN Y VOLTEO DEL MATERIAL.	M3	184.08	18.51	3,407.32
3.7	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO APISONADO Y COMPACTADO CON EQUIPO MANUAL, CON AGUA, EN CAPAS DE 0.20 M DE ESPESOR AL 85 % PRUEBA PROCTOR.	M3	102.42	151.39	15,505.36
3.8	ACARREO PRIMER KM. DE MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAMION DE VOLTEO INCLUYE : CARGA DESDE EL SITIO PRECISO DE EXCAVACION Y DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO PLANO PAVIMENTADO.	M3	67.60	51.19	3,460.44
3.9	ACARREO KM. SUBSECUENTES DE MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAMION DE VOLTEO INCLUYE : CARGA DESDE EL SITIO PRECISO DE EXCAVACION Y DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO PLANO PAVIMENTADO.	M3-KM	135.20	8.12	1,097.82
3.10	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.00 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	1.00	1,968.44	1,968.44
3.11	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.25 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	3.00	2,326.52	6,979.56
3.12	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.50 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	3.00	2,606.71	7,820.13
TOTAL COLECTOR I (MANO DE OBRA)					70,333.68
4	COLECTOR I (MATERIALES)				
4.1	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE CON JUNTA HERMETICA DE 25 CM (10") DE DIAMETRO INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	368.87	108.48	40,015.02
4.2	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA LISA DE ACERO SOLDADA, API, GRADO B o X-42, DE 254 CM (10") DE DIAMETRO Y 6.35 MM (1/4") DE ESPESOR. INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	7.68	725.00	5,568.00
4.3	BROCALES Y TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA POZOS DE VISITA INCLUYE : CARGA, DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES BROCAL Y TAPA DE CONCRETO SUMINISTRO E INSTALACION.	Pza	7.00	1,031.29	7,219.03
TOTAL COLECTOR I (MATERIALES)					52,802.05
5	RED DE ATARJEAS (MANO DE OBRA)				

**TESIS PROFESIONAL "COLECTOR GENERAL DE LA LOCALIDAD DE CAPULA"****PRESUPUESTO DE RED DE ATARJEAS Y COLECTORES****PRESENTA: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ
ASESOR: ING. PATRICIA ARAIZA CHAVEZ**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
5.1	LIMPIEZA Y TRAZO DEL TERRENO EN LINEAS Y REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	ML	10,888.88	4.98	54,226.62
5.2	EXCAVACION A MANO PARA ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD, EN MATERIAL "B" EN SECO INCLUYE AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL.	M3	997.91	50.75	50,643.93
5.3	EXCAVACION CON MAQUINA EN MATERIAL "B" EN DE 0.00 A 5.00 M DE PROFUNDIDAD PARA ZANJAS, EN SECO, INCLUYE : AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL.	M3	7,419.71	35.95	266,738.57
5.4	EXCAVACION EN ZANJAS DE 0.00 A 2.00 M DE PROFUNDIDAD, EN MATERIAL "C" EN SECO, YA SEA CON USO DE EXPLOSIVOS, CUÑA Y MARRO O CON MAQUINA, CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL. EL PROCEDIMIENTO DE LA EXCAVACION SERA DE ACUERDO A LAS INDICACIONES DEL RESIDENTE.	M3	1,995.81	191.43	382,057.91
5.5	PLANTILLA APISONADA Y COMPACTADA CON PISON DE MANO EN ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO INCLUYE : MATERIAL, COLOCACION DE LA PLANTILLA, CONSTRUCCION DEL APOYO SEMICIRCULAR PARA PERMITIR EL APOYO COMPLETO DE LA TUBERIA.	M3	728.54	147.84	107,707.35
5.6	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL "A" y "B" CON PALA DE MANO, INCLUYE SELECCIÓN Y VOLTEO DEL MATERIAL.	M3	5,873.75	18.51	108,723.11
5.7	RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL DE BANCO APISONADO Y COMPACTADO CON EQUIPO MANUAL, CON AGUA, EN CAPAS DE 0.20 M DE ESPESOR AL 85 % PRUEBA PROCTOR.	M3	2,927.04	151.39	443,124.59
5.8	ACARREO PRIMER KM. DE MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAMION DE VOLTEO INCLUYE : CARGA DESDE EL SITIO PRECISO DE EXCAVACION Y DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO PLANO PAVIMENTADO.	M3	1,662.00	51.19	85,077.78
5.9	ACARREO KM. SUBSECUENTES DE MATERIALES PRODUCTO DE LA EXCAVACION EN CAMION DE VOLTEO INCLUYE : CARGA DESDE EL SITIO PRECISO DE EXCAVACION Y DESCARGA A VOLTEO EN CAMINO PLANO PAVIMENTADO.	M3-KM	3,324.00	8.12	26,990.88
5.10	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.00 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	4.00	1,968.44	7,873.76
5.11	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.25 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	65.00	2,326.52	151,223.80
5.12	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.50 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	79.00	2,606.71	205,930.09
5.13	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 1.75 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	12.00	2,901.22	34,814.64

**TESIS PROFESIONAL "COLECTOR GENERAL DE LA LOCALIDAD DE CAPULA"****PRESUPUESTO DE RED DE ATARJEAS Y COLECTORES****PRESENTA: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ
ASESOR: ING. PATRICIA ARAIZA CHAVEZ**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
5.14	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 2.00 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	6.00	3,166.26	18,997.56
5.15	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 2.25 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	3.00	3,312.42	9,937.26
5.16	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 2.75 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	2.00	4,027.83	8,055.66
5.17	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 3.00 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	3.00	4,473.25	13,419.75
5.18	POZOS DE VISITA TIPO "COMUN" INCLUYE : PLANTILLA DE PEDACERIA APISONADA, MAMPOSTERIA DE 3a. CON MORTERO CEMENTO - ARENA 1:3, MUROS DE TABIQUE DE 28 CM APLANADO CONCRETO F'C = 150 KG/CM2 Y ESCALANES DE 3.50 M DE PROFUNDIDAD.	Pozo	1.00	4,828.14	4,828.14
TOTAL RED DE ATARJEAS (MANO DE OBRA)					1,962,123.52
6	RED DE ATARJEAS (MATERIALES)				
6.1	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE CON JUNTA HERMETICA DE 20 CM (8") DE DIAMETRO INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	10,212.86	87.97	898,425.29
6.2	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE CON JUNTA HERMETICA DE 25 CM (10") DE DIAMETRO INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	82.68	108.48	8,969.13
6.2	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA DE CONCRETO SIMPLE CON JUNTA HERMETICA DE 30 CM (12") DE DIAMETRO INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	571.83	188.30	107,675.59
6.3	SUMINISTRO E INSTALACION Y PRUEBA DE TUBERIA LISA DE ACERO SOLDADA, API, GRADO B o X-42, DE 457 CM (18") DE DIAMETRO Y 6.35 MM (1/4") DE ESPESOR. INCLUYE : FLETES, ACARREOS Y MANIOBRAS LOCALES PARA SU INSTALACION.	ML	21.51	1,432.00	30,802.32
6.4	BROCALES Y TAPAS DE CONCRETO ARMADO PARA POZOS DE VISITA INCLUYE : CARGA, DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES BROCAL Y TAPA DE CONCRETO SUMINISTRO E INSTALACION.	Pza	175.00	1,031.29	180,475.75
TOTAL RED DE ATARJEAS (MATERIALES)					1,226,348.08



TESIS PROFESIONAL "COLECTOR GENERAL DE LA LOCALIDAD DE CAPULA"

PRESUPUESTO DE RED DE ATARJEAS Y COLECTORES

PRESENTA: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ
ASESOR: ING. PATRICIA ARAIZA CHAVEZ



CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	IMPORTE
-------	----------	--------	----------	------------	---------

RESUMEN PRESUPUESTO

1	TOTAL COLECTOR MARGINAL (MANO DE OBRA)				398,362.05
2	TOTAL COLECTOR MARGINAL (MATERIALES)				373,150.91
3	TOTAL COLECTOR I (MANO DE OBRA)				70,333.68
4	TOTAL COLECTOR I (MATERIALES)				52,802.05
5	TOTAL RED DE ATARJEAS (MANO DE OBRA)				1,962,123.52
6	TOTAL RED DE ATARJEAS (MATERIALES)				1,226,348.08

SUBTOTAL PRESUPUESTO	4,083,120.29
15 % IVA	612,468.04
TOTAL PRESUPUESTO	4,695,588.33



SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

C A L C U L O H I D R Á U L I C O D E L A R E D D E A T A R J E A S



LOCALIDAD:	POBLACION PROYECTO:	7197. hab.	POBLACION PROYECTO:	7197. hab.	MATERIAL DE LA TUBERIA	JUNTA HERMETICA?	
MUNICIPIO:	LONGITUD TOTAL:	23,421.98	LONGITUD DEL TRAMO:	m	PPVC= FIBROCEMENTO	S	
RED:	RETO DE ATARJEAS	100	CANTIDAD:	0.0004 Pa.	C/CONCRETO	C	n = 0.012

OBSERVACIONES:

CALCULO: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ

REVISO: ING. PATRICIA ARAZA CHAVEZ

APROBO:

Dentro de la zona urbana todo el relevo se deberá considerar connotado

[illegible]



SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

C A L C U L O H I D R Á U L I C O D E L A R E D D E A T A R J E A S



LOCALIDAD:	CAPULA	POBLACION PROYECTO	7191 hab.	POBLACION PROYECTO :	7191 hab.	MATERIAL DE LA TUBERIA	JUNTA HERMETICA?	OBSERVACIONES:
MUNICIPIO:	NOELLEA	LONGITUD DEL TRAMO:	23.421,98	LONGITUD DEL TRAMO:	m	P-PVC: F=FIROCEMENTO	S Ñ N	CALCULO: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ
REDA:	RED DE ATARJEAS	REDA:	80%	REDA:	80%	C-CONCRETO	C	REVISIO : ING. PATRICIA ARAZA CHAVEZ
APORTACION:		APORTACION:	150	GASTO UNITARIO:	0.0004 f/s			Coeficiente de Seguridad para gasto extraordinario (Cs) = 1.5
REDA:		REDA:						Declaro de la zona Urbana todo el terreno será, deberá, considerarse conectado
APPROBADO:							n = 0.012	APPROBADO :



CALCULO HIDRÁULICO DE LA RED DE ATARJEAS

CANTIDAD:	CAPULA	POBLACION PROYECTO	751.140.	POBLACION PROYECTO	7.131.140.	MATERIAL DE LA TUBERIA	JUNTA HERMETICA
MUNICIPIO:	MORELIA	LONGITUD TOTAL:	23.421.98	LONGITUD DEL TUBO:	23.421.98	m	S O N
RED:	REDE DE ATARIJAS	APORTACION	80%	GASTO UNITARIO:	0.0004	Ps	C n = 0.012

CALCULO:	GABRIELA QUEZADA MARTINEZ	OBSERVACIONES:
Coeficiente de Seguridad para pasto ordinario (C) = 1.5		
Reviso:	ING. PATRICIA ARANA CHAVEZ	
APPROVED:		Depende de la zona. La junta debe de sellarse, considerar el compactado

[illegible]



SISTEMA DE ALcantarillado Sanitario

C A L C U L O H I D R Á U L I C O D E L A R E D D E A T A R J E A S

LOCALIDAD: CAPULA		POBLACION PROYECTO: 7101 hab.		7.101 hab.		MATERIAL DE LA TUBERIA		JUNTA HERMETICA		OBSERVACIONES:	
MUNICIPIO: RED DE ATARJEAS		LONGITUD TOTAL: 23421.98		23421.98		PVC; F=REFUERZO		S		Cálculo: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ	
RED:		DOTACION: 80%		0.0024 l/s		C=CONCRETO		n = 0.012		REVISO: ING. PATRICIA ARANZA CHAVEZ	
										Dentro de la zona Urbana todo el relieve se deberá considerar a compactado	
										APROBO:	

CRUCERO	COORDENADAS EN M			P.O.B. SERV. (Acumulado en el Tramo)	CORREC. HARRISON M.	GASTOS DE AGUAS NEGRAS (L/S)			PENDIENTE PLANTILLA (m/100m)	CLAVE PROYECTO	TIPO DE CUBA	ENCUENTRO HERALDO			FRANTEE MINIMO (cm)	TERRENO (m.s.n.m.)	COYAS		CANAL EN EL POZO (m)	COLCHON (m)	PROFUNDIDADES			EXCAVACIONES			VOLUMENES			ACA PRECIO (m3)																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	Pagina del Tramo	Tramo entre cruceros	Acumulado en el Tramo			VELOCIDAD MINIMO (mseg)	VELOCIDAD MEDIO (mseg)	VELOCIDAD MAXIMO (mseg)				CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO			CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO			CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO		CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	CUBA PROYECTO	C

[illegible]



SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

LOCALIDAD:		POBLACION PROYECTO	7151. hab.	POBLACION PROYECTO :	7151. hab.	MATERIAL DE LA TUBERIA	JUNTA HERMETICA	OBSERVACIONES
MUNICIPIO:		POBLACION TOTAL:	23421.98	LONGITUD DEL TRAMO:	23421.98	m	S O N	
R.D.		APORTACION	8000	GASTO UNITARIO:	140	GASTO TOTAL:	C	
BUD.		DE AMPLIACION	140	GASTO UNITARIO:	140	GASTO TOTAL:	C	
CAPULA								
MOROLEA								
REVISOR:								
CALCULO:								

[illegible]

SISTEMA DE ALcantarillado Sanitario																										
C A L C U L O H I D R Á U L I C O D E L A R E D D E A T A R J E A S										OBSERVACIONES: CÁLCULO: GABRIELA CUEZADA MARTÍNEZ REVISÓ: ING. PATRICIA ARAZA CHAVEZ Dentro de la zona. U para todo el relieve se deberá considerar compactado.																
LOCALIDAD: CAPILLA MORELIA		POBLACION PROYECTO: 7101 hab.		MATERIAL DE LA TUBERIA: JUNTA HERMETICA?		LONGITUD DEL TUBO: 23,421.98 m		P-PVC: F-FIRMECIMENTO		S ó N: S		APROBADO: n°= 0012														
RED: RED DE ATARJEAS		GASTO UNITARIO: 0.004 \$/s		C=CONCRETO																						
CRUCERO (No Pozo y Tanco)	LONGITUDES EN M Tubo Tanco	POB. SERV. (Acum. hab.)	COEFIC. DE HARRON M	GASTOS DE AGUAS NEGRAS (lit/s)		HOMBRES S	PLANTILLA (m ²)	CHAVE PROYECTO (cm)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO				TERRENO (m.s.n.m.)	COTAS		CADA POZO (m)	PROFUNDIDADES									
				MINIMO	MEDIO	MAXIMO	EXTRACTOR DINARIO	REVISOR	TUBO LLENO	Velocidad (m/s)	Mismo (m/s)	Calculo V.Mk. (m/s)		Enrasa (m.s.n.m.)	Salida (m.s.n.m.)		Reaj (m)	Adorada (m)	Provado (m)	Hasta 2 (m)	2 a 4 (m)	4 a 6.5 (m)	CAMA O PLANT. (m/s)	CAVA O COMPACTADO (m/s)	R.E.L.L.E.N.O. A VOLTO (m/s)	ACA RREO (m/s)
RED DE ATARJEAS																										
75-74	49.55	32.24	81.79	25	4.37	150	0.15	0.23	150	3.45	0.50	0.08	0.08	2101.03	2101.03	0.00	1.25	1.20	1.00	32.21	0.00	0.00	3.22	12.99	14.21	6.64
74-73	8.97	81.79	90.76	28	4.36	150	0.17	0.25	150	2.86	0.50	0.08	0.08	2097.63	2096.43	0.00	1.20	1.18	1.00	5.83	0.00	0.00	0.58	2.35	2.57	1.20
73-67	31.49	90.76	122.25	38	4.34	150	0.23	0.34	150	0.72	0.40	0.11	0.11	2097.01	2095.85	0.00	1.16	1.25	1.00	20.47	0.00	0.00	2.05	8.25	9.03	4.22
67-66	23.96	337.44	361.40	111	4.23	150	0.65	0.98	150	1.42	0.14	0.09	0.09	2096.92	2095.73	0.00	1.19	1.25	1.00							
66-65	51.11	361.40	412.51	127	4.21	150	0.74	1.11	150	1.24	0.14	0.10	0.10	2096.86	2095.57	0.00	1.29	1.50	1.35	1.50						
65-57	104.78	412.51	517.29	159	4.18	150	0.92	1.38	150	1.23	0.14	0.13	0.13	2096.72	2095.31	0.00	1.41	1.50	1.78	2.00						
72-71	63.05	0	63.05	19	4.38	150	0.12	0.18	150	2.45	0.50	0.06	0.06	2108.75	2107.62	0.00	1.13	1.25	1.00	40.98	0.00	0.00	4.10	16.53	18.08	8.46
71-70	63.05	63.05	126.10	39	4.34	150	0.23	0.35	150	2.43	0.50	0.12	0.12	2105.86	2104.66	0.00	1.20	1.25	1.00	40.98	0.00	0.00	4.10	16.53	18.08	8.46
70-69	21.13	126.10	147.23	45	4.32	150	0.27	0.41	150	3.23	0.50	0.14	0.14	2102.97	2101.76	0.00	1.21	1.25	1.00	13.73	0.00	0.00	1.37	5.5		



SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

C A L C U L O H I D R Á U L I C O D E L A R E D D E A T A R J E A S



CAPILA	POBLACION PROYECTO	7191 hab.	POBLACION PROYECTO :	7191 hab.	MATERIAL DE LA TUBERIA	JUNTA HERMETICA?	
NORELLA	LONGITUD DEL TRAMO:	23.421,98		m	P-PVC: F=FIROCEMENTO	S Ñ	
RED DE ATARJEAS	TOTAL:	203,41			C=CONCRETO	C	
RED DE ATARJEAS	APORTACION	80%	GASTO UNITARIO:	0.0004 f/s			n = 0.012
RED DE ATARJEAS	RENDIMIENTO	80%					

LOCALIDAD: _____

MUNICIPIO: _____

RED DE ATARJEAS: _____

RENDIMIENTO: _____

OBSERVACIONES:

CALCULO: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ

Coeficiente de Seguridad para gasto extraordinario (Cs) = 1.5

Declaro que la zona Urbana todo el terreno será, deberá, considerarse conectado

APROBADO: _____

FECHA: _____

[illegible][illegible]

[illegible]



SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

C A L C U L O H I D R Á U L I C O D E L A R E D D E A T A R J E A S



CAPILA	7191 hab.	POBLACION PROYECTO	7191 hab.	MATERIAL DE LA TUBERIA	JUNTA HERMETICA?	
NOVELLA	23.421,98	LONGITUD DEL TRAMO:	m	P-PVC: F=FIROCEMENTO	S Ñ	
RED DE ATARJEAS	23.421,98	GASTO UNITARIO:	0.0004 f/s	C=CONCRETO	C	
RED DE ATARJEAS	150	APORTACION	80%			n = 0.012
RED DE ATARJEAS	150	BOTACION	80%			

LOCALIDAD: _____

MUNICIPIO: _____

RED: _____

PROYECTO: _____

OBSERVACIONES:

CALCULO: GABRIELA QUEZADA MARTINEZ

Coeficiente de Seguridad para gasto extraordinario (Cs) = 1.5

Revisio: ING. PATRICIA ARAZA CHAVEZ

Declaro que la zona Urbana todo el terreno será, deberá, considerarse conectado

APROBADO: _____

[illegible]



SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

CALCULO HIDRÁULICO DEL COLECTOR I

[illegible][illegible]

376.55

[illegible]

NUMERO DE POZOS PARA PROFUNDIDADES (m) DE:

[illegible]

LONG. TUB. TOTAL DEL COLECTOR No. 1

25 CM =	368.87	CONCRETO
25CM =	7.68	ACERO

7.68 ACERO

**** POZOS CON CAIDA ADOSADA**

0

S U M A S				
349.27	0.00	28.99	102.42	184.08
				67.60

VOLUMENES TOTALES (m3) DE:		
EXC.	C A M A	RELLENOCARREO
349.27	28.99	286.50
		67.60





SISTEMA DE ALcantarillado Sanitario

C A L C U L O H I D R Á U L I C O D E L C O L E C T O R M A R G I N A L



LOCALIDAD:	CAPULA	Población Protegida	7.135 hab.	MATERIAL DE LA TUBERIA	JUNTA HERMETICA?		
MUNICIPIO:	MOYELA	LONGITUD	23.421,98 m	PVC-FIBROCEMENTO;	5 ó 6 N	S	
RED I P Q:		LONGITUD DEL TRAMO:		C=CONCRETO			
INUNCIACION		GASTO UNITARIO:	0.0043 Bs			n = 0.042	
COLECTOR MARSHALL		APORTACION	85%				

OBSERVACIONES:

CALCULO GABRIELA QUEZADA MARTINEZ

REVISO : INS. PATRIC INS.

APPROBO : _____

Dentro de la zona Urbana el relleno no deberá considerarse compactado

[illegible]

LONGITUDES DE TUBERIA (m) PARA DIAMETRO (cm) DE:										
20	25	30	38	45	61	76	107	122	152	213
0,00	266,38	682,64	0,00	647,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

LONG. TUB. CONCRETO TOTAL DEL COLECTOR MARGINAL

25 CM =	266.38
30 CM =	682.64
45 CM =	647.04

[illegible]

**** POZOS CON CAIDA ADOSADA**

0

S U M A S				
2,309.74	27.02	0.00	189.57	524.82
				1,190.58
				521.83

VOLUMENES TOTALES (m3) DE:			
EXC.	C A M A	RELLENOS	ACARREO
2,336.76	189.57	1,715.40	521.83



U. M. S. N. H.

FACULTAD INGENIERIA CIVIL

TRABAJO PROFESIONAL

COLECTOR GENERAL DE LA LOC. CAPILLA

PROF. GUILLERMO GARCIA RIVERA

ALUMNO: ING. MARCELO AMEZUA C.

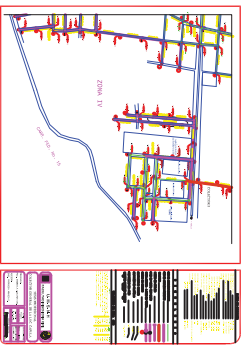
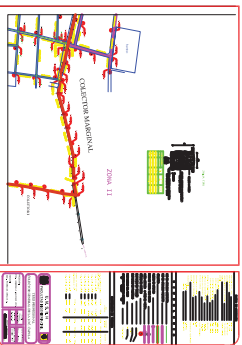
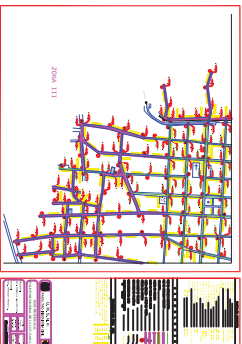
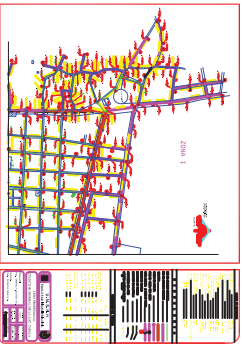
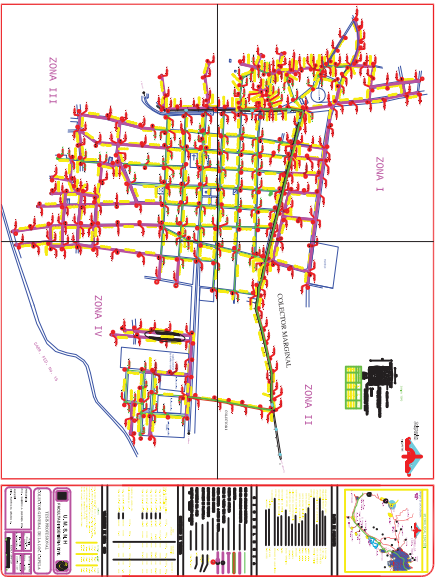
FECHA DE ENTREGA

FECHA DE DEFENSA

FECHA DE CALIFICACION

FECHA DE APROBACION

plano de 910 X 750 escala 1:2500



PERFIL COLECTOR MARGINAL

