

# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

---



FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

## Proyecto De Alcantarillado Sanitario Del “Coto Lluvia” Altozano, El Nuevo Querétaro.

### TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

PRESENTA:

**CRISTINA ITZEL PERDOMO VELÁZQUEZ**

ASESOR:

M.C. RICARDO RUIZ CHÁVEZ

MORELIA, MICHOACÁN. FEBRERO 2020



---

## AGRADECIMIENTOS

---

Doy gracias a Dios por haberme permitido finalizar con éxito mi carrera universitaria, brindándome salud, sabiduría y sobre todo por poner a mi lado seres humanos llenos de amor y bondad que han estado siempre conmigo transmitiéndome su alegría y apoyo incondicional.

De gran importancia es para mí mencionar la inmensa gratitud que debo a mis padres Reyna y Guillermo por apoyarme en todo cuanto hizo falta, por sus enseñanzas, sus consejos que me han guiado en este camino. Gracias por estar siempre ahí para mí en las buenas y en las malas, los regaños también se agradecen.

A mis hermanos: William, Abraham y Guillermo. En lo más profundo de mí guardo todos esos detalles, esos que me envolvieron y han formado parte de los momentos más bonitos de mi vida, me da alegría saber que cada uno es y seguirá siendo una parte impredecible de mi vida, gracias por protegerme y apoyarme en todo momento.

A mi amado esposo Santiago que sin su apoyo y paciencia ya habría desistido de terminar mi sueño.

Para mi pequeña traviesa Emmy que es el sol de mi vida, cada día me enseña algo nuevo y con su amor incondicional me llena de fuerzas cada día.

A mi asesor de tesis MC. Ricardo Ruiz Chávez por su paciencia y apoyo para terminar esta meta en mi vida.

Así mismo quiero agradecer al ingeniero Olimpo Gabriel Rojas Rivera ya que sin su ayuda y colaboración, todo este trabajo habría sido imposible de realizar.

## CONTENIDO

RESUMEN.....	1
ABSTRACT .....	1
1.- INTRODUCCIÓN.....	2
2.- ANTECEDENTES.....	4
2.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS DE LA ZONA .....	4
2.2 LOCALIZACIÓN.....	5
3.- OBJETIVOS .....	7
4.- PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	8
4.1 CARACTERÍSTICAS DE PUNTO DE CONEXIÓN PARA DESCARGA SANITARIA	8
4.2 DATOS DEL DESARROLLO .....	9
4.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	16
4.4 CONSIDERACIONES DE PROYECTO .....	16
4.4.1 POBLACIÓN PROYECTO .....	16
4.4.2 APORTACIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	17
4.4.3 GASTOS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO .....	17
4.4.4 VELOCIDADES MÁXIMA Y MÍNIMA PERMISIBLES.....	20
4.4.5 DISEÑO HIDRÁULICO .....	21
4.5 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	24
4.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	26
4.6.1 TUBERÍA DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	26
4.6.2 POZOS DE VISITA .....	27
4.6.3 SEPARACIONES MÁXIMAS ENTRE POZOS DE VISITA.....	32
4.6.4 ZANJAS .....	32
4.6.5 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZANJAS .....	33
4.6.6 PLANTILLA O CAMA.....	34
4.6.7 RELLENO DE ZANJAS .....	34
4.6.8 CINTA PLÁSTICA DE PREVENCIÓN DE LA EXISTENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE, AGUA RECUPERADA, AGUAS GRISES, ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y DE AGUA TRATADA .....	35

4.6.9 DESCARGAS DOMICILIARIAS .....	36
4.6.10 REGISTRO SANITARIO .....	37
4.7 CRITERIO DE CÁLCULO .....	38
4.8 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO .....	42
4.9 SIMBOLOGÍA .....	45
4.10 NORMATIVIDAD .....	47
5.- CONCLUSIONES .....	49
6.- BIBLIOGRAFÍA .....	51
7.- ANEXOS .....	52

# RESUMEN

---

Esta tesis presenta el diseño y cálculo de una red de atarjeas de alcantarillado sanitario, para el "Coto Lluvia", que permita evacuar adecuadamente las aguas residuales provenientes de las viviendas y que esta misma cumpla con los lineamientos técnicos del C.E.A., para la planeación de la red de atarjeas se tomó en cuenta el proyecto urbano propuesto, así como la topografía del predio. El trazo de la red se realizó de forma que se permita aprovechar al máximo el desnivel de la rasante de proyecto y hacer la colocación de la tubería de manera que permita el funcionamiento hidráulico y operativo.

Palabras clave: Atarjeas, distribución, funcionamiento hidráulico, gasto, velocidad.

# ABSTRACT

---

This thesis presents the design and calculation of a network of sanitary sewage systems, for the "Coto Lluvia", that allows to adequately evacuate the waste water coming from the dwellings and that this one complies with the technical guidelines of the CEA, for the planning of the network of atarjeas took into account the proposed urban project, as well as the topography of the property. The layout of the network was made in such a way as to allow maximum utilization of the slope of the project slope and to make the placement of the pipe in a way that allows hydraulic and operative operation.

---

# 1.- INTRODUCCIÓN

---

Los sistemas de alcantarillado nacen de la necesidad de evacuar y alejar adecuadamente de las viviendas las aguas residuales que contengan todo aquel material orgánico e inorgánico de desecho que perjudique la salud de los pobladores y provoque molestias tales como mal aspecto y olores desagradables y que, a su vez, impiden alcanzar las condiciones plenamente relacionadas con el desarrollo y mejoramiento del nivel de vida.

Para el desarrollo de cualquier proyecto ejecutivo se requieren de datos básicos, que permitan obtener referencias fidedignas de las dinámicas de crecimiento poblacional, de la población de los gastos de agua, etc. Por lo que es de suma importancia el tener cuidado en su obtención y procesamiento.

Si se exageran los valores, tendremos sistemas sobredimensionados, mientras que subvaloraciones dan como resultado sistemas deficientes que tendría un horizonte de proyecto mucho menor al deseado. Ambos casos representan inversiones inadecuadas que imposibilitan su recuperación, en demérito del funcionamiento de los propios sistemas.

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

El periodo de diseño para un sistema de alcantarillado sanitario debe definirse de acuerdo con los lineamientos establecidos para cada proyecto por las autoridades locales correspondientes en nuestro caso será por la Comisión Estatal de Aguas (C.E.A.) por el Gobierno del Estado de Querétaro.

En el dimensionamiento de los diferentes componentes de un sistema de alcantarillado, se debe considerar la cobertura del sistema de distribución de agua potable, debe haber congruencia entre los elementos que lo integran.

El diseño hidráulico debe realizarse para la condición de proyecto, siempre considerando las diferentes etapas de construcción que se tengan definidas, de acuerdo con los gastos mínimos, medios y máximos determinado a lo largo del periodo de diseño establecido para el proyecto.

En el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se debe conocer la infraestructura existente en la localidad (agua potable, ductos de gas, teléfono, energía eléctrica, alcantarillado pluvial, etc.) para evitar que las tuberías diseñadas

coincidan con estas instalaciones, y asegurar que, en los cruces con la red de agua potable, la tubería del alcantarillado siempre se localice por debajo de esta.

Para el caso de las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro el alcantarillado sanitario deberá de calcularse por separado del alcantarillado pluvial. Esta tesis contiene el estudio de los recursos y limitaciones que determinan los factores de diseño y cálculo hidráulico para las características del lugar.

## 2.- ANTECEDENTES

---

La empresa ALTOZANO EL NUEVO TABASCO S.A. DE C.V., pretende realizar el proyecto de urbanización del Desarrollo Altozano, por construir en un predio denominado Fracción “C” y “Tercera” del Rancho San Pedrito, ubicado en el Anillo Vial Fray Junípero Serra km 2.5, en el municipio de la Cd. De Querétaro, en el Edo. De Qro.

La superficie del terreno es de 74.34 ha.

El proyecto de urbanización contempla la construcción de vialidades principales y calles internas para poder realizar la fracción del terreno en lotes. El predio se encuentra en una ladera en una zona de roca de origen ígneo extrusivo tipo brechas volcánicas, en contacto con rocas sedimentarias de tipo calcáreo, con una disposición estratigráfica de tipo errático. Con la presencia de capas aluviales superficiales de tipo arcilloso y limoso con contenido variable de fragmentos de roca, gravas y gravillas, de las cuales descansan sobre fragmentos de roca, macizos de caliche (roca tipo calcáreo) o caliches intemperizados, o clásticos aluviales.

Este desarrollo habitacional denominado “COTO LLUVIA”, manzana 02 lote 01 (M02-L01) forma parte del desarrollo llamado “ALTOZANO, EL NUEVO QUERETARO”. En el cual se pretende construir viviendas de tipo residencial.

### 2.1 ASPECTOS GEOLÓGICOS DE LA ZONA

---

El área de estudio se localiza al Norte de la ciudad de Querétaro entre las coordenadas UTM (WGS 84) X=14 Q 354,393; Y=2,286.118 y al tura sobre el nivel del mar es de 1824 mts a 1933 mts.

La zona de en estudio regionalmente en la República Mexicana se ubica dentro de la provincia fisiográfica del Cinturón Volcánico (CVM), el cual como su nombre lo indica es una franja denominada por aparatos volcánicos que atraviesa la República Mexicana de Este a Oeste.

En lo referente a la estratigrafía en la zona en estudio se detectó la presencia de capas aluviales superficiales de tipo arcilloso y limoso con contenido variable de fragmentos de roca, gravas y gravillas, las cuales descansan sobre fragmentos de roca, macizos de caliche (roca tipo calcáreo) o caliches intemperizados, o clásticos aluviales.

## 2.2 LOCALIZACIÓN

La empresa ALTOZANO EL NUEVO TABASCO S.A. DE C.V., pretende realizar el proyecto de urbanización del Desarrollo Altozano, por construir en un predio denominado Fracción “C” y “Tercera” del Rancho San Pedrito, ubicado en el Anillo Vial Fray Junípero Serra km 2.5, en el municipio de la Cd. De Querétaro, en el Edo. De Qro., el cual queda representando en la figura siguiente

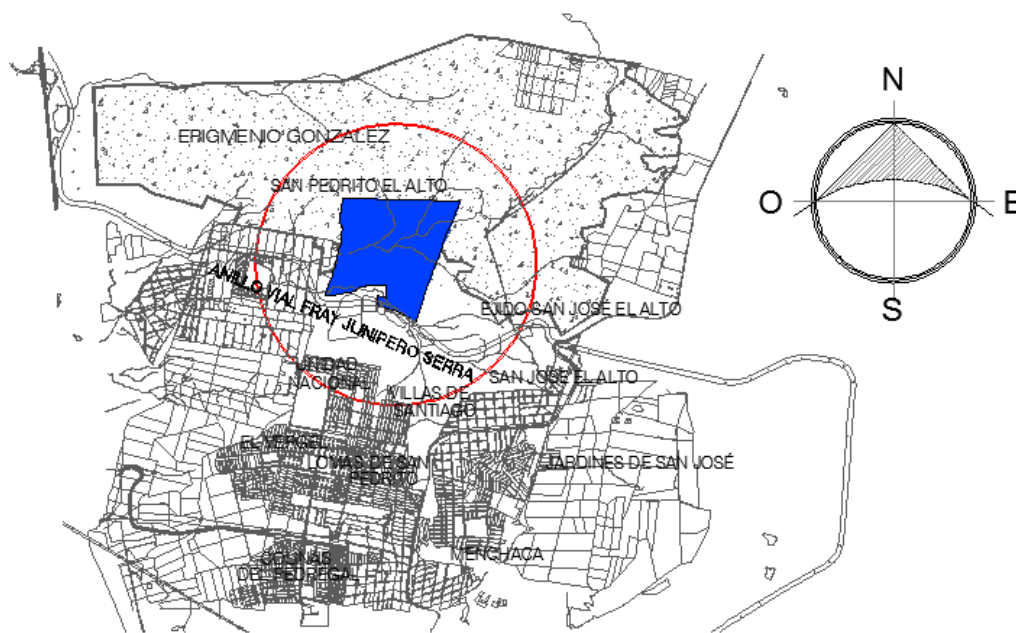


Figura 2.1 Macrolocalización del proyecto, Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

El acceso a este desarrollo se realiza por medio del boulevard Altozano, el cual forma parte del desarrollo “ALTOZANO, EL NUEVO QUERETARO”; este conjunto habitacional se localiza en la parte Sur del Desarrollo Altozano, como se muestra en el croquis. En las figuras 2.1 y 2.2 se muestra a detalle la macrolocalización y la microlocalización del proyecto.

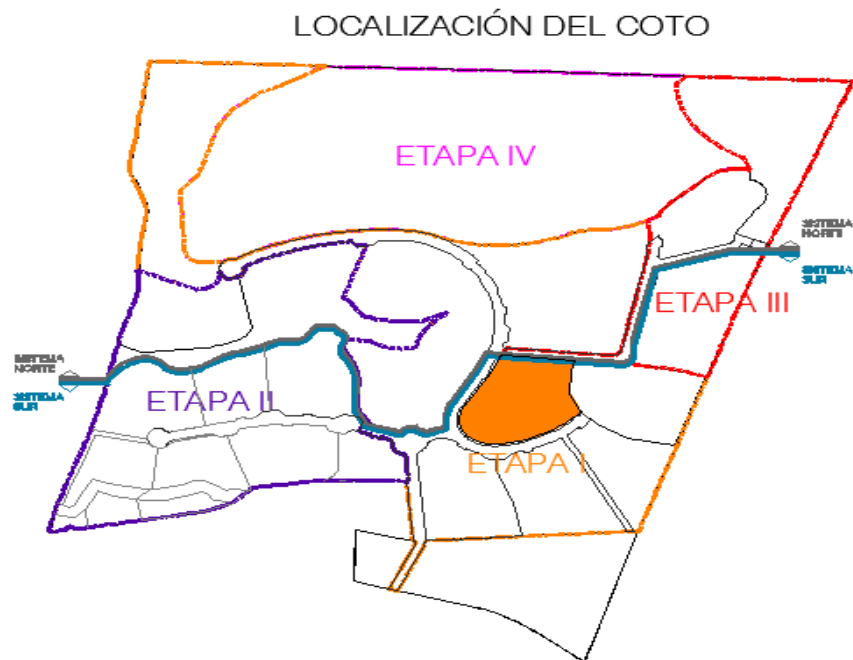


Figura 2.2 Microlocalización, Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

La superficie del terreno es de 41,143.50 m<sup>2</sup>.

El cual colinda, al Norte con 2<sup>DA</sup> Cerrada de Altozano; al Sur con Boulevard Altozano, al Oriente con Protección Ecológica Protección Especial (P.E.P.E.) y al Poniente con Boulevard Altozano.

## 3.- OBJETIVOS

---

El objetivo general de esta tesis consiste en diseñar una propuesta factible del sistema de alcantarillado sanitario para el coto Lluvia, que permita evacuar adecuadamente las aguas residuales provenientes de las viviendas y que esta misma cumpla con los lineamientos técnicos del C.E.A., para esto se empleará las fórmulas de Manning en el método del cálculo hidráulico.

Para fines de este proyecto se estableció los siguientes objetivos particulares:

- Diseñar un alcantarillado sanitario que garantice la adecuada conducción de las aguas residuales del coto Lluvia.
- Obtener velocidades dentro de los rangos de 0.30 m/seg y 5.00 m/seg.
- Proporcionar el plano y especificaciones de los elementos que componen el sistema de alcantarillado sanitario en base a los lineamientos técnicos del C.E.A.

El tipo de alcantarillado que se utilice dependerá de las características de tamaño de la población, distribución de la red según el área a satisfacer, topografía del lugar y las condiciones económicas del proyecto.

## 4.- PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE PUNTO DE CONEXIÓN PARA DESCARGA SANITARIA

La conexión se realizará sobre el Boulevard Altozano en el pozo 51, tal como se indica en el croquis anterior de alcantarillado sanitario. Contando con los siguientes datos en dicho pozo:

- Cota de rasante 1926.97
- Cota de arrastre 1925.47

El punto de descarga se realizara sobre la red de atarjeas del desarrollo “ALTOZANO, EL NUEVO QUERETARO” que mencionado anteriormente se encuentra sobre el Boulevard Altozano, en el pozo número 51.

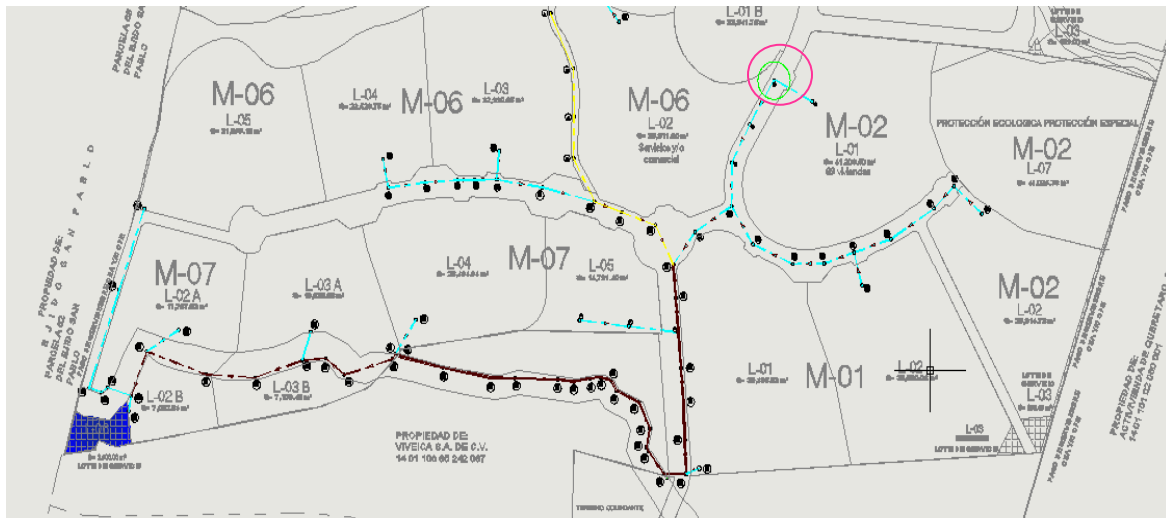


Figura 4.1, Diagrama del Pozo o la atarjea para la descarga, Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

En el anterior croquis de alcantarillado (Figura 4.1) se puede observar en círculo magenta el pozo 51 de la red de atarjeas, la cual se canalizara sus aguas negras a una planta de tratamiento de 24 lts/seg, (En el croquis se puede observar que el área destinada a la planta de tratamiento se encuentra de color azul) la cual se

construirá en 4 etapas de 6 lts/seg que se localizará en el desarrollo “ALTOZANO, EL NUEVO QUERETARO”

## 4.2 DATOS DEL DESARROLLO

El Régimen de propiedad será FRACCIONAMIENTO CON CONDOMINIOS, siendo el nombre del desarrollo COTO LLUVIA (M02-L01) siendo a nombre o razón Social del desarrollador ALTOZANO, EL NUEVO TABASCO S.A. DE C.V. siendo su representante legal del desarrollador CP. José Antonio Gerardo Gil Alvarez.

En la localización se puede observar en los croquis anteriores (Imagen 2.1 y 2.2), dicho desarrollo estará colindando al Norte 2da Cerrada de Altozano; al Sur con Boulevard Altozano, al Oriente con Protección Ecológica Protección Especial (P.E.P.E.) y al Poniente con Boulevard Altozano.

Siendo este un desarrollo tipo Residencial con un uso de suelo autorizado tipo habitacional y densidad de población de 600 Hab/Ha (Datos proporcionados por área de proyectos del desarrollador ALTOZANO, EL NUEVO TABASCO S.A. DE C.V.).

El desarrollo contará con un número de tomas neto de 86 en la presente etapa por construir. En la siguiente tabla se puede apreciar con que servicios se contará en el desarrollo y en que parte se construirán.

Tabla 4.1.- Características de los servicios

<b>CARACTERISTICAS DE LOS SERVICIOS</b>	
Agua potable	En banqueta
Alcantarillado Sanitario	En vialidad
Alcantarillado Pluvial	En vialidad
Agua Tratada Inst.:	No aplica
Eléctrica Inst. Eléctrica	B. T. en banqueta M. T. en banqueta
Alumbrado	En banqueta
Teléfonos	En banqueta
Gas	Por medio de tanques estacionarios.

Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

El proyecto de urbanización contempla la construcción de calles internas, para poder realizar la fracción del terreno en lotes. Por la variación en las cotas

topográficas en el predio, se considera la realización de cortes y terraplenes para la urbanización.

El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle. En este caso será a la distancia de 2.5 mts paralelo a la banquetta para permitir que no choquen tuberías de pluvial con sanitario.

Para realizar el trazo de las atarjeas se necesitara lo que es el proyecto de niveles de rasante realizado en el software civil cad que se realiza con las curvas de nivel, el proyecto de niveles de rasante abarca desde los perfiles de cada eje que abarca la vialidad así como sus secciones de pavimento, las cuales se mostraran en las siguientes figuras.

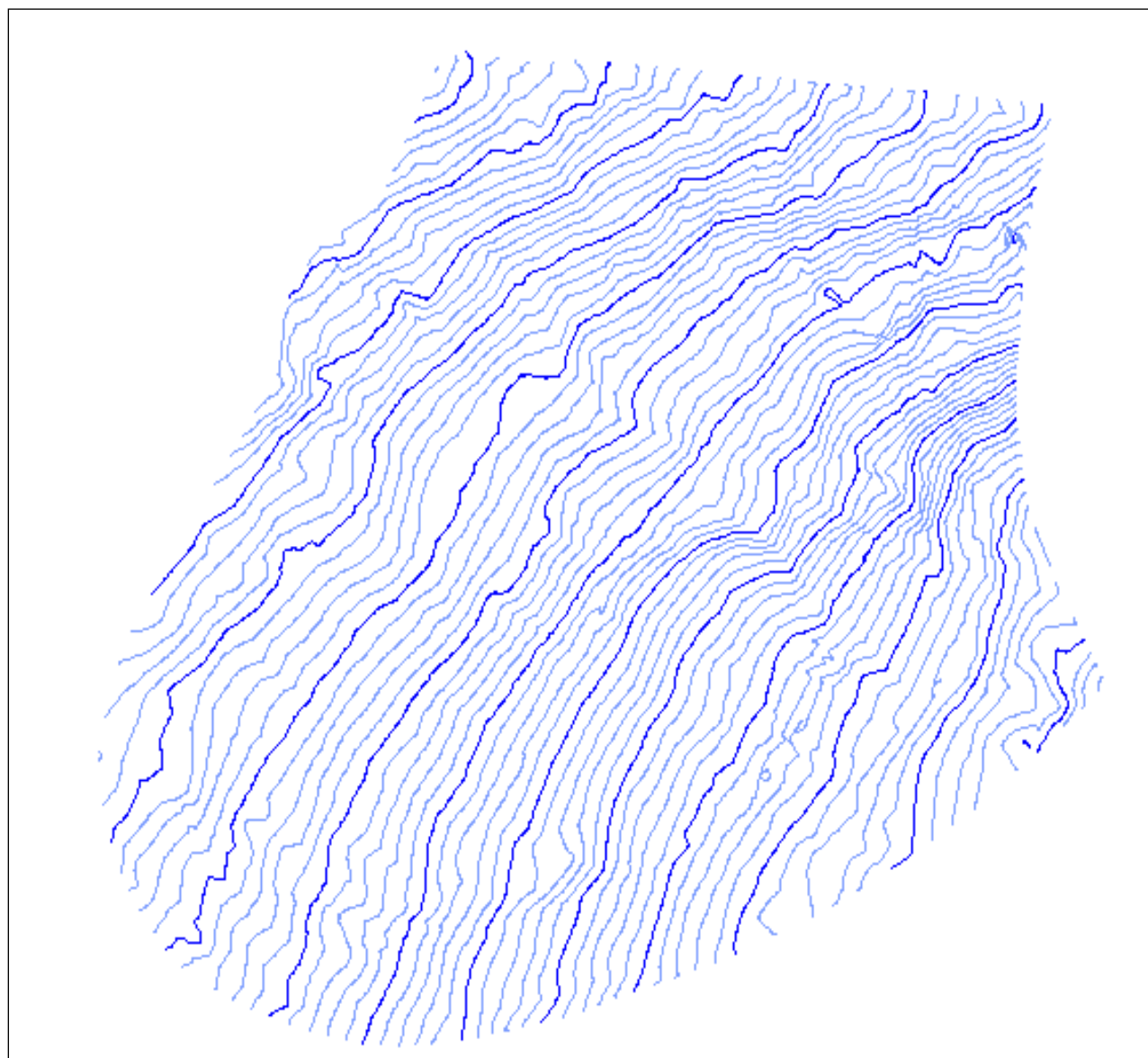


Figura 4.2, Curvas de nivel del coto Lluvia, Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

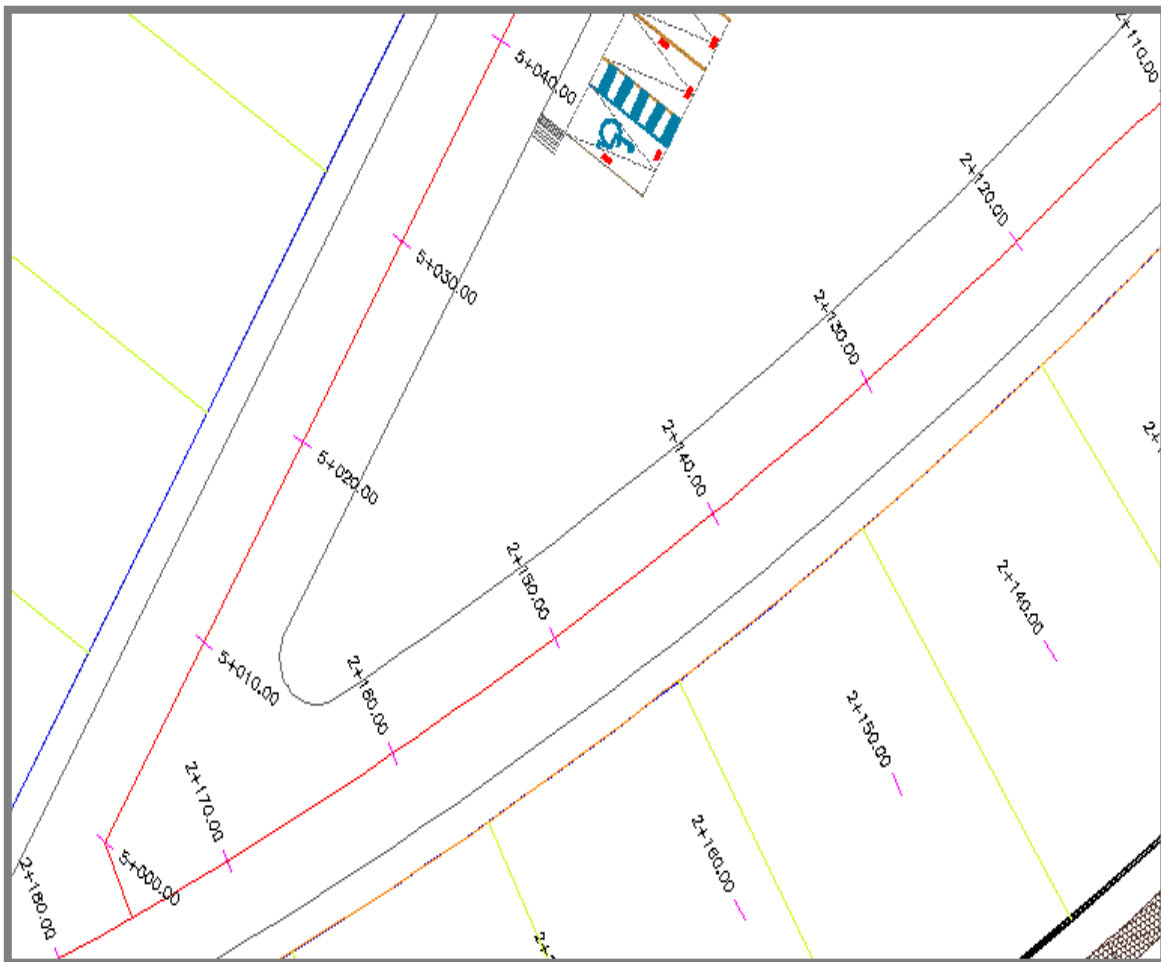


Figura 4.3, Acercamiento de los cadenamientos de los ejes del coto lluvia, Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

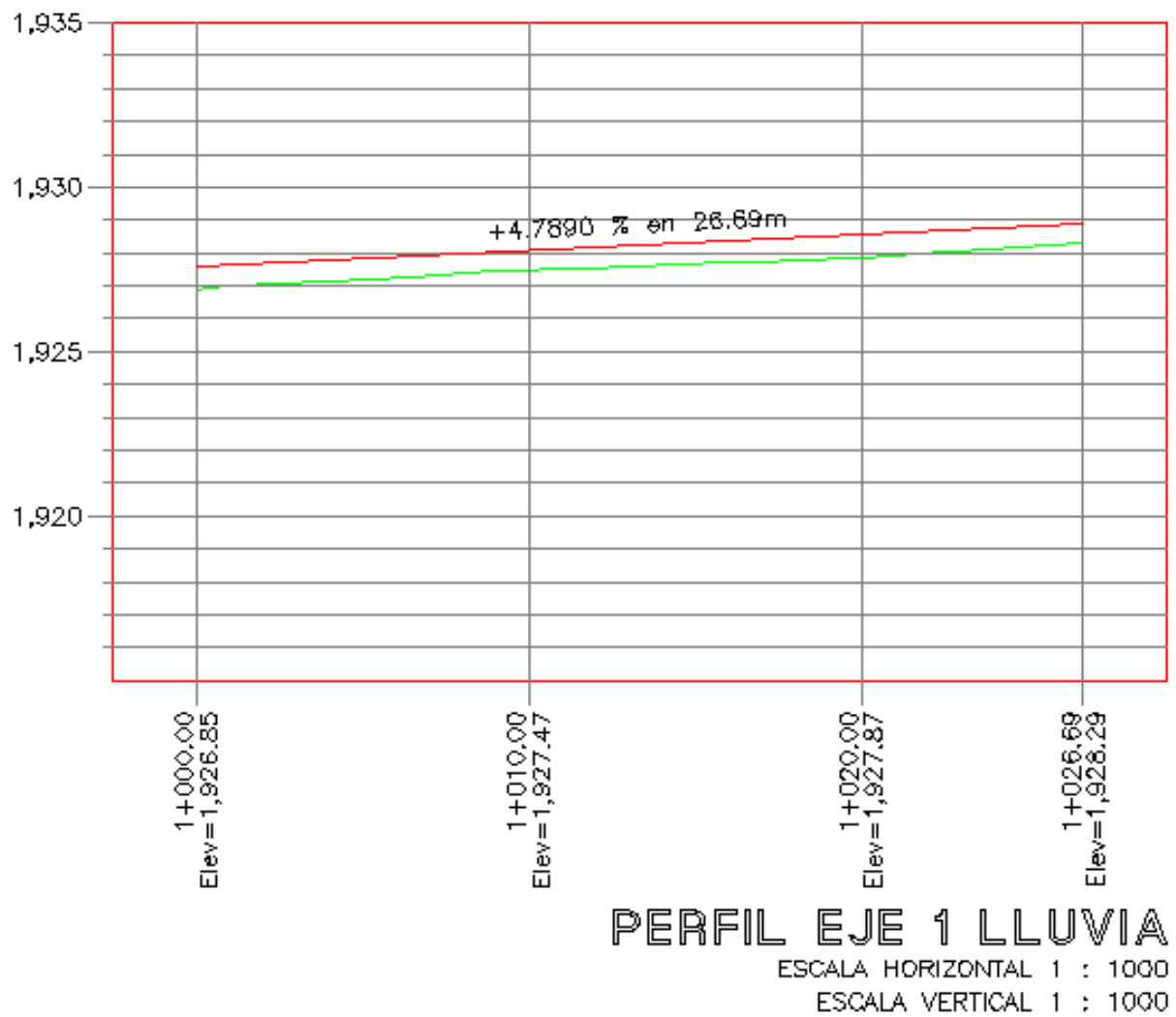


Figura 4.4, Perfil de terreno natural y de rasante, Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

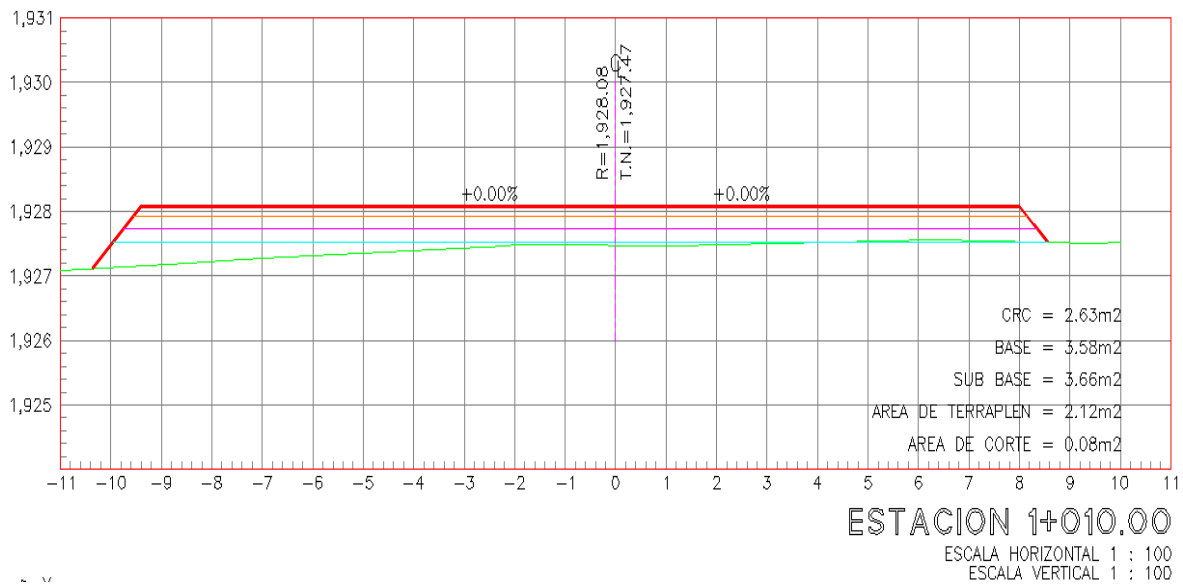


Figura 4.5, Sección de pavimento, Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

Ante esta situación, se proporcionan las alternativas de pavimento de tipo rígido a base de una superficie de rodamiento a base de losas de concreto hidráulico en vialidad y banqueteta. En la siguiente tabla se puede apreciar las características de las vialidades así como que tipo de recubrimiento es el que se utilizará.

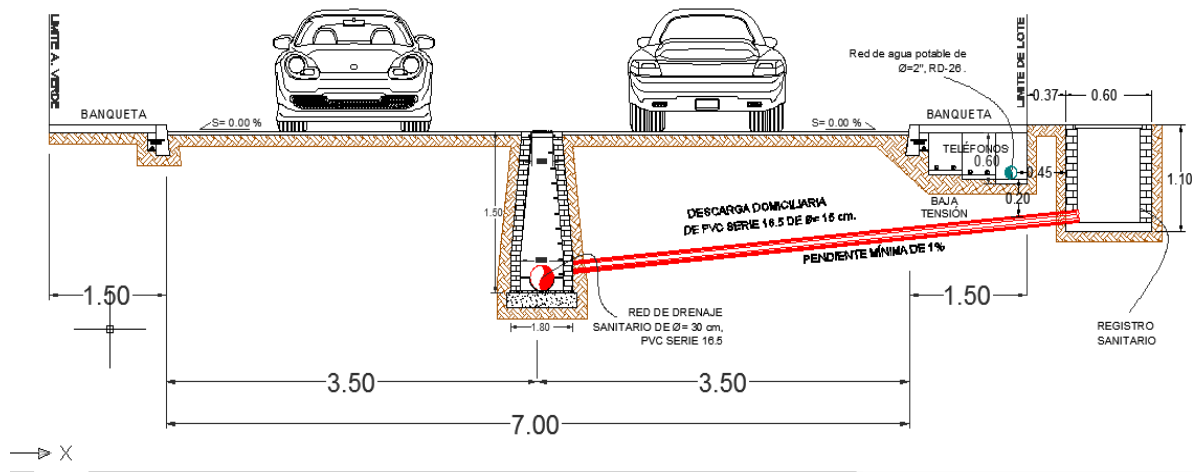
Tabla 4.2.- Características de las vialidades y tipo de recubrimiento.

	Características de las vialidades	Recubrimiento en vialidad y banqueteta
Vialidad Primaria (acceso)	16.00 m	Concreto Hidráulico
Banqueta de Primaria	1.50 m	Concreto Hidráulico
Vialidad Secundaria	10.00 m	Concreto Hidráulico
Banqueta de Secundaria	1.50 m	Concreto Hidráulico
Vialidad de Servicio	2.00 m	Concreto Hidráulico
Banqueta de Local		

Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

En la figura 4.6 de las siguientes secciones podemos encontrar representativamente la vialidad respecto a los servicios que se prestarán primero de área verde a lote (sección B-B') y de lote a lote (sección C-C') respectivamente.

# SECCIÓN B - B' S/E



# SECCIÓN C - C' S/E

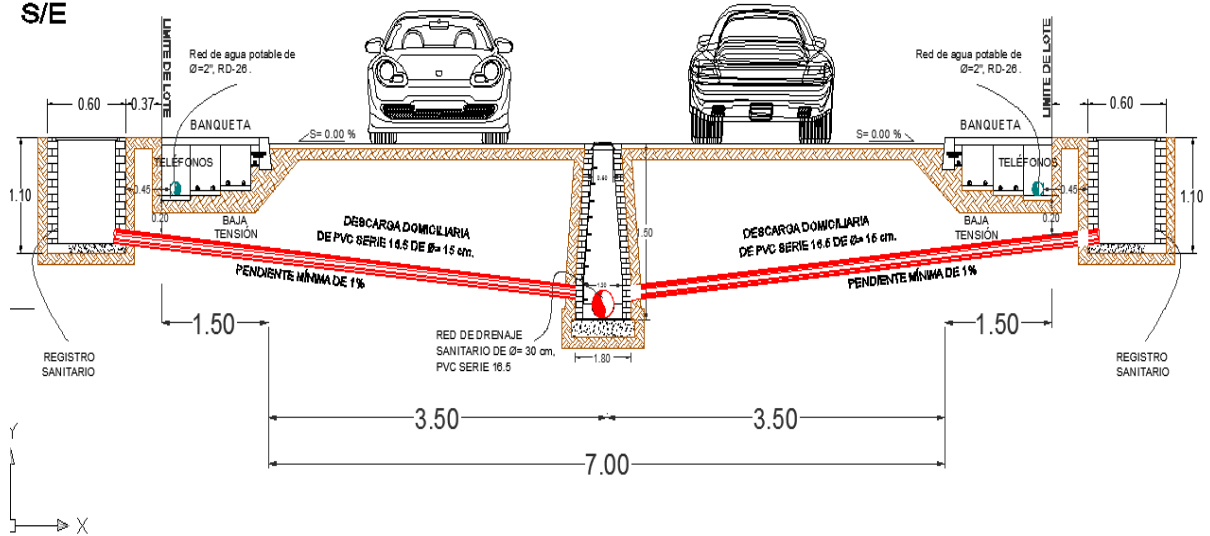


Figura 4.6, Secciones de vialidades, Fuente: Diseño e ingeniería, 2016.

## 4.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

---

Para la planeación de la red de atarjeas se tomó en cuenta el proyecto urbano propuesto, así como la topografía del predio. El trazo de la red se realizó de forma que permita aprovechar al máximo el desnivel de la rasante de proyecto y hacer la colocación de la tubería de manera que permita el funcionamiento hidráulico y operativo.

Para el desalojo de las aguas negras se propone una red general de atarjeas con tubería de 30 centímetros de diámetro; los cuales están representados en plano que se encuentra en los anexos.

La red de atarjeas del coto Lluvia, canalizara sus agua residuales al sistema Sur, del desarrollo “ALTOZANO, EL NUEVO QUERETARO”, el cual se conecta por medio del pozo número 51 para después canalizar las aguas servidas a la planta de tratamiento del desarrollo.

## 4.4 CONSIDERACIONES DE PROYECTO

---

### 4.4.1 POBLACIÓN PROYECTO

---

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del periodo de diseño del sistema de alcantarillado, aunque el desarrollo se realice por etapas.

Para este desarrollo habitacional el número total de habitantes por servir será el producto de multiplicar el número de viviendas por la cantidad de habitantes por vivienda, que para el caso de las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro se deberá de considerar de 5 hab/viv. cantidad que es recomendada por el Sistema Operador (CEA)

Desarrollo Habitacional:

$$\text{N}^{\circ} \text{ de viviendas} \times 5 \text{ habitantes por vivienda} = \text{número total de habitantes.}$$

El proyecto del fraccionamiento coto Lluvia, al ser de tipo residencial, y con 86 lotes de proyecto; con base en las consideraciones anteriores nos da una población en zona de vivienda de 430 habitantes.

La población de proyecto no deberá de ser mayor a la densidad de población autorizada en el uso de suelo correspondiente.

Población de proyecto  $< \text{ó} =$  Densidad de población autorizada para el desarrollo de acuerdo al uso de suelo.

430 habitantes  $<$  600 habitantes

---

#### 4.4.2 APORTACIÓN DE ALCANTARILLADO SANITARIO

---

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

Para los desarrollos de Querétaro se establece el 80% de la dotación de agua potable, considerando que el 20% se consume o se pierde en el riego de áreas verdes y pérdidas en tubería.

$$QAN = 80\% * Q_{\text{dotación}} \text{ (lts/hab/día)}$$

Para este Desarrollo Habitacional se consideró una dotación de 200 lts/hab/día. La dotación fue señalada por el sistema de agua del estado de Querétaro, además se ponderaron otras variables, tales como; Tipo de desarrollo (residencial), clima de la región, tamaño e importancia de la localidad donde se encuentra el desarrollo, y uno muy importante que es la disponibilidad del servicio del agua, dando como resultado 160 lts/hab/día

---

#### 4.4.3 GASTOS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO

---

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

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

##### GASTO MEDIO

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

Considerando que el alcantarillado sanitario debe de ser hermético y en el caso de la ciudad de Querétaro no se tiene la presencia de aguas freáticas, no se adicionará a este caudal el volumen de infiltraciones.

El gasto medio de aportaciones se calcula con:

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

Dónde:

Qmed AN      Gasto medio de aguas negras en l/seg  
AP              Aportación de aguas negras en l/hab/día (% del consumo de agua)  
P              Población en número de habitantes  
86,400 segundos al día

### GASTO MÍNIMO

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

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

El límite inferior de la fórmula anterior debe de ser de 1.5 lts/seg cuando se tenga en la zona excusados de 16 litros de capacidad. Lo anterior significa que en los tramos iniciales de las redes de atarjeas, cuando resulten valores del gasto mínimo menores a 1.5 lts/seg, se debe utilizar este valor para utilizarlo en el diseño.

Con este gasto se revisará la velocidad mínima (ver tabla 4.3 de velocidades), la cual no debe de ser menor a 0.30 m/seg., empezando con el diámetro mínimo permisible de 30 cms de acuerdo al CEA.

### GASTO MÁXIMO INSTANTANEO

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado.

Los coeficientes de variación de las aportaciones de aguas negras son dos: uno que cuantifica la variación máxima instantánea (coeficiente de Harmon) de las aportaciones de aguas negras y otro de seguridad. El primero se aplica al gasto máximo instantáneo y el segundo al gasto máximo extraordinario.

Se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M):

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

Donde:

M ..... coeficiente de Harmon o de variación instantánea

Pm ..... población en miles de habitantes

El coeficiente de variación máxima instantánea o coeficiente de Harmon, se aplica tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- En tramos que presenten una población acumulada menor a los 1000 habitantes, el coeficiente se considera constante a 3.8
- Para una población acumulada mayor a 63,450 habitantes, el coeficiente se considera constante e igual a 2.17, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue ya la Ley de Variación establecida por Harmon.

Lo anterior resulta de considerar al alcantarillado como un reflejo de la red de distribución de agua potable ya que el coeficiente de Harmon se equipará con el coeficiente de variación del gasto máximo horario necesario en un sistema de agua potable, cuyo limite inferior es de  $1.40 \times 1.55 = 2.17$

El gasto máximo instantaneo se calcula con:

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

Donde:

Qminst Gasto máximo instantaneo en lts/seg

M Coeficiente de Harmon o de variación instantanea

Qmed AN Gasto medio de aguas negras en l/seg.

## GASTO MÁXIMO EXTRAORDINARIO

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

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

Para el desarrollo de las zonas urbanas del Estado de Querétaro, se determina como coeficiente de seguridad 1.5, obteniendo la siguiente formula:

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

Donde:

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

1.5 ..... Valor del coeficiente de seguridad

$Q_{minst}$  ..... Gasto máximo instantaneo en lts/seg.

---

#### 4.4.4 VELOCIDADES MÁXIMA Y MÍNIMA PERMISIBLES

---

##### VELOCIDAD MÍNIMA

Con objeto de que no se presenten depósitos o sedimentos en las tuberías de alcantarillado sanitario, se establece como velocidad mínima  $V_{min} = 0.3$  m/seg., para el gasto mínimo de 1.5 lts/seg mencionado en el subcapítulo 4.4.3 GASTOS DE DISEÑO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO.

Adicionalmente debe asegurarse que dicho tirante tenga un valor mínimo de 1.00 cm en caso de fuertes pendientes y de 1.5 en casos normales.

##### VELOCIDAD MÁXIMA

Para evitar las erosiones o desgastes excesivos en las tuberías y estructuras de alcantarillado sanitario, se establece como velocidad máxima la que se obtenga con el cálculo del diámetro de tubería empleando el gasto maximo extraordinario  $Q_{mext}$ , considerando el tirante que resulte (a tubo lleno o parcialmente lleno), no excediendo los valores de la tabla 4.3 en función del tipo de material de la tubería.

Tabla 4.3.- Velocidad máxima y mínima permisible en tuberías

MATERIAL DE LA TUBERÍA	VELOCIDAD (m/seg)	
	MÍNIMA	MÁXIMA
Concreto simple hasta 45 cm de diámetro	0.3	3
Concreto reforzado a partir de 60 cm de diámetro	0.3	3.5
Acero con revestimiento	0.3	5
Acero sin revestimiento		
Acero galvanizado		
Asbesto cemento		
Fierro fundido		
Hierro dúctil		
PEAD (Polietileno de Alta Densidad)		
PVC (Policloruro de Vinilo)		

Fuente: MAPAS CONAGUA, 2015.

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

#### 4.4.5 DISEÑO HIDRÁULICO

En la red de atarjeas, solo debe presentarse la condición de flujo a superficie libre. Para simplificar el diseño, se consideran condiciones de flujo establecido.

La fórmula de continuidad para un escurrimiento continuo permanente es

$$Q=VA$$

Donde:

Q es el gasto en m<sup>3</sup>/s

V es la velocidad en m/s

A es el área transversal del flujo en m<sup>2</sup>

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

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

Dónde:

- V Velocidad media del flujo en m/seg  
r Radio hidráulico total de la tubería  
S Pendiente  $h/L$   
n Coeficiente de fricción (ver tabla 4.4)

El coeficiente de fricción  $n$ , representa las características internas de la superficie de la tubería, su valor depende del tipo de material, calidad del acabado y el estado de la conservación de la tubería, en la tabla 4.4 se dan los valores de  $n$  para ser usados en la fórmula de Manning.

Tabla 4.4.- Coeficiente de fricción  $n$  para las fórmulas de Manning.

Material	$n$
PVC y Polietileno de alta densidad	0.009
Asbesto Cemento	0.01
Hierro fundido nuevo	0.013
Hierro fundido usado	0.017
Concreto liso	0.012
Concreto rugoso	0.016
Mampostería con mortero de cemento	0.02
Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxy	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

Para el cálculo de los elementos geométricos de secciones circulares que trabajan parcialmente llenas se puede usar las siguientes fórmulas, las cuales representan los datos de la figura 4.7 siguiente:

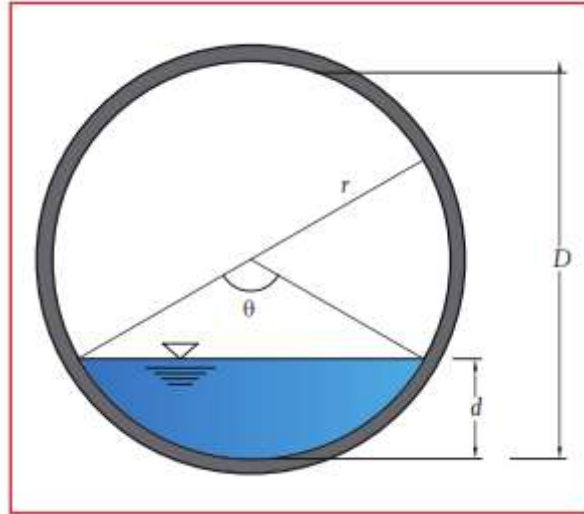


Figura 4.7, Características hidráulicas de una tubería, Fuente: MAPAS CONAGUA, 2015.

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

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

$$P_w = (\pi)(D)\left(\frac{\theta}{360}\right)$$

$$R_h = (r)\left(1 - \frac{(360)(\sin\theta)}{2\pi\theta}\right)$$

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

Dónde:

- d Tirante hidráulico en mts
- A Área de la sección transversal en m<sup>2</sup>
- Pm Perímetro mojado en mts
- Rh Radio hidráulico en mts
- Θ ángulo en grados
- D Diámetro en mts

## 4.5 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

---

El sistema de alcantarillado sanitario sirve para el desalojo de las aguas negras que produce una población, incluyendo a la industria y el comercio.

Está constituido por una serie de tuberías por las que circulan las aguas negras. El ingreso del caudal al sistema es paulatino acumulándose a lo largo de la tubería, dando lugar a incrementos en los diámetros de la red, no permitiéndose la reducción de los mismos.

El sistema de alcantarillado sanitario está integrado por:

- Albañales
- Atarjeas
- Colectores
- Interceptores
- Estructuras complementarias (pozos de visita, registros, cajas)
- Emisores
- Plantas de tratamiento
- Estaciones de bombeo
- Descarga final o cuerpo receptor

Las aguas residuales están constituidas por las aguas de abastecimientos después de haber pasado por diversas actividades de la población. Estos desechos líquidos se componen fundamentalmente de agua, sólidos orgánicos disueltos y en suspensión.

El sistema de alcantarillado sanitario debe de ser: autolimpiante, autoventilante e hidráulicamente hermético.

El proyecto debe de considerar el total de los servicios y el total de la población que se establecerá en cada desarrollo en estudio, aunque el mismo se lleve por etapas. Para el caso de las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro el alcantarillado sanitario deberá de calcularse por separado del alcantarillado pluvial.

**ALBAÑAL:** Es la tubería que con el registro forma la descarga domiciliaria y conecta la salida sanitaria de una edificación al sistema de alcantarillado en la atarjea.

**ATARJEA:** Es la tubería que recibe las descargas sanitarias de los albañales y los conduce hasta los colectores o emisores.

**COLECTOR:** Es la tubería que recibe las aguas de las atarjeas, para conducir las hacia un interceptor, un emisor o la planta de tratamiento.

**INTERCEPTOR:** Es la tubería que recibe el agua residual exclusivamente de los colectores o interceptores y termina en un emisor o en la planta de tratamiento.

**EMISOR:** Es el conducto que recibe las aguas negras de un colector, o de un interceptor. No recibe ninguna aportación adicional en su recorrido y su función es conducir el agua negra hacia la planta de tratamiento y de esta hacia el cuerpo receptor.

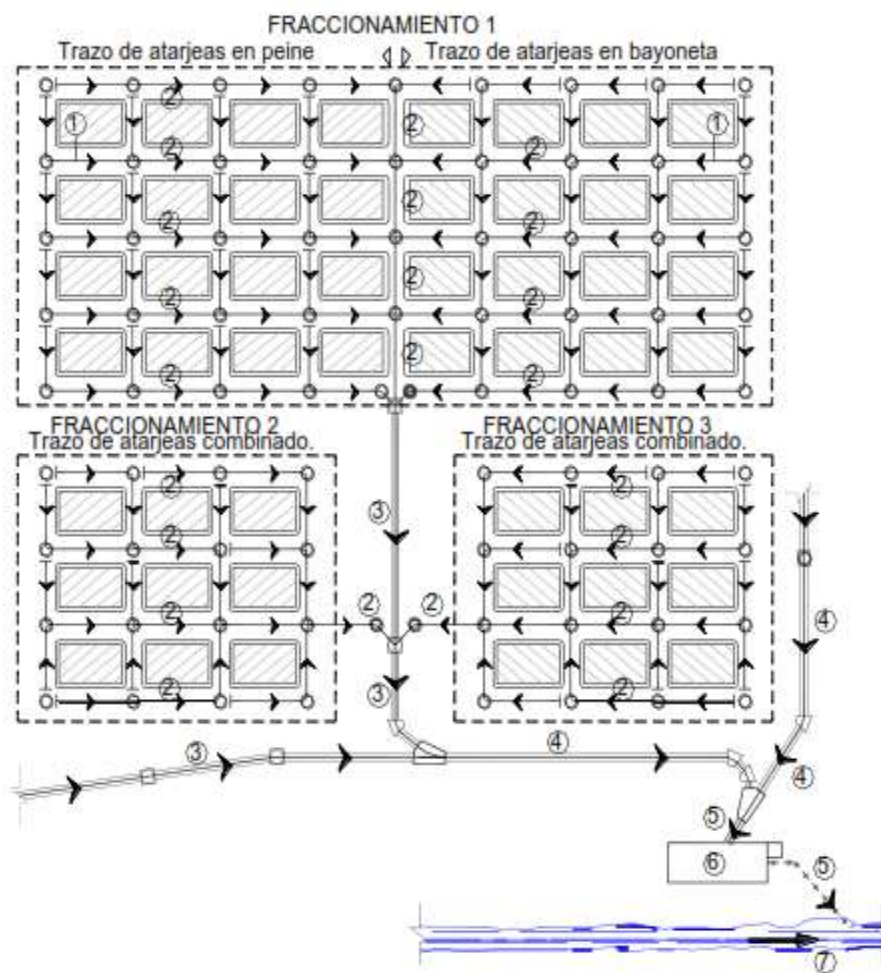


Figura 4.8, Definición esquemática de un Sistema de Alcantarillado Sanitario, Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

Tabla 4.5.- Elementos que conforma un Sistema de Alcantarillado Sanitario

1	ALBAÑAL	5	EMISOR
2	ATARJEA	6	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
3	COLECTOR	7	CUERPO RECEPTOR
4	INTERCEPTOR	8	POZO DE VISITA

Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

## 4.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

### 4.6.1 TUBERÍA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Las tuberías de alcantarillado tienen que tener las siguientes características:

- Hermeticidad
- Resistencia mecánica y a la corrosión
- Facilidad de mantenimiento, resistencia y reparación
- Durabilidad
- Capacidad de conducción
- Facilidad de manejo y colocación

La tubería de PVC sistema métrico, solo se autoriza para líneas de redes de agua potable y agua tratada en mayores a 12" de diámetro en la ciudad de Querétaro y zonas urbanas de Querétaro. Tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.6.- Tubería de P.V.C. (Policloruro de vinilo) Sistema Métrico

Tipo de presión en kg/cm <sup>2</sup>	Serie 16.5
Presión de trabajo	3.00
Presión de aplastamiento	5% de la deformación del diámetro

Fuente: Lineamientos Técnicos, 2013.

Contando con diámetros existentes desde 10 cm a 63 cm y siendo la longitud de la tubería de 6.00 mts respectivamente.

Las ventajas con que cuenta este tipo de tubería son su hermeticidad, ligereza, durabilidad, resistencia a la corrosión así como su capacidad de conducción.

---

#### 4.6.2 POZOS DE VISITA

---

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección y limpieza de las redes sanitarias. Se utilizan en la unión de varias tuberías, cambios de diámetro, de dirección y de pendiente o en longitudes no mayores a 60.00 mts.

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

En el piso del pozo, se construye una “media caña”, que es la prolongación de la tubería dentro del pozo y mesetas laterales a los costados de la media caña.

Debe de tener una escalera de acceso, a base de escalones empotrados a la pared del pozo, debe de contar con una tapa en la entrada de la chimenea que permita su ventilación y acceso al pozo.

Los pozos comunes tienen un diámetro interior en la parte superior de 60 cm y en la parte inferior de 1.20 mts y se utilizan para tuberías con diámetro de hasta 61 cms.

Los pozos especiales tienen un diámetro interior en la parte superior de 60 cms y cuentan en la parte inferior de 1.50 mts de diámetro para tuberías con diámetros de 0.76 mts a 1.07 mts y de 2.00 mts de diámetro interior en la parte inferior para tuberías con diámetros de 1.22 mts y mayores.

El angulo para el caso de que se crucen dos líneas de atarjeas ó colector, deberá ser de 90° o menor en el sentido del escurrimiento, para hacer más directa y fluida la incorporación del agua, como se puede apreciar en la figura 4.9.

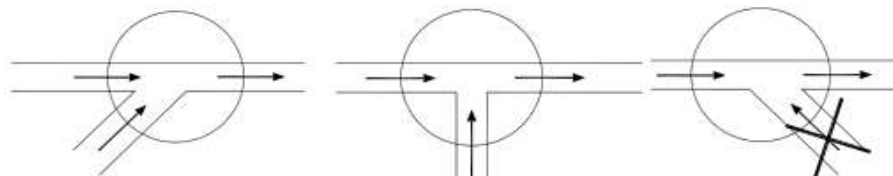


Figura 4.9, Conexiones, Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

**POZOS CAJA:** Son estructuras de sección rectangular o poligonal de concreto, con una chimenea similar a la de los pozos de visita para su acceso.

Se utilizan en las uniones de dos o más conductos con diámetros de 76 cms y mayores, a los que les unen tuberías de 38 cms y mayores.

**POZOS DE CAIDA ADOSADA:** Son pozos comunes o especiales, a los cuales se les construye lateralmente una estructura que permite la caída en tuberías de 30 cms de diámetro con un desnivel de hasta 2.00 mts

**POZOS DE CAIDA LIBRE:** La caída libre del flujo de agua negra dentro del pozo de visita, se permite hasta una altura de 60 cms sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.

Si la diferencia de nivel entre plantillas de las tuberías es mayor a los 60 cm será necesario incrementar el número de pozos a la separación que permita cumplir con la caída libre máxima especificada.

A continuación se presenta las figuras 4.10, 4.11 y 4.12 indicando los principales elementos del pozo de visita y sus especificaciones.

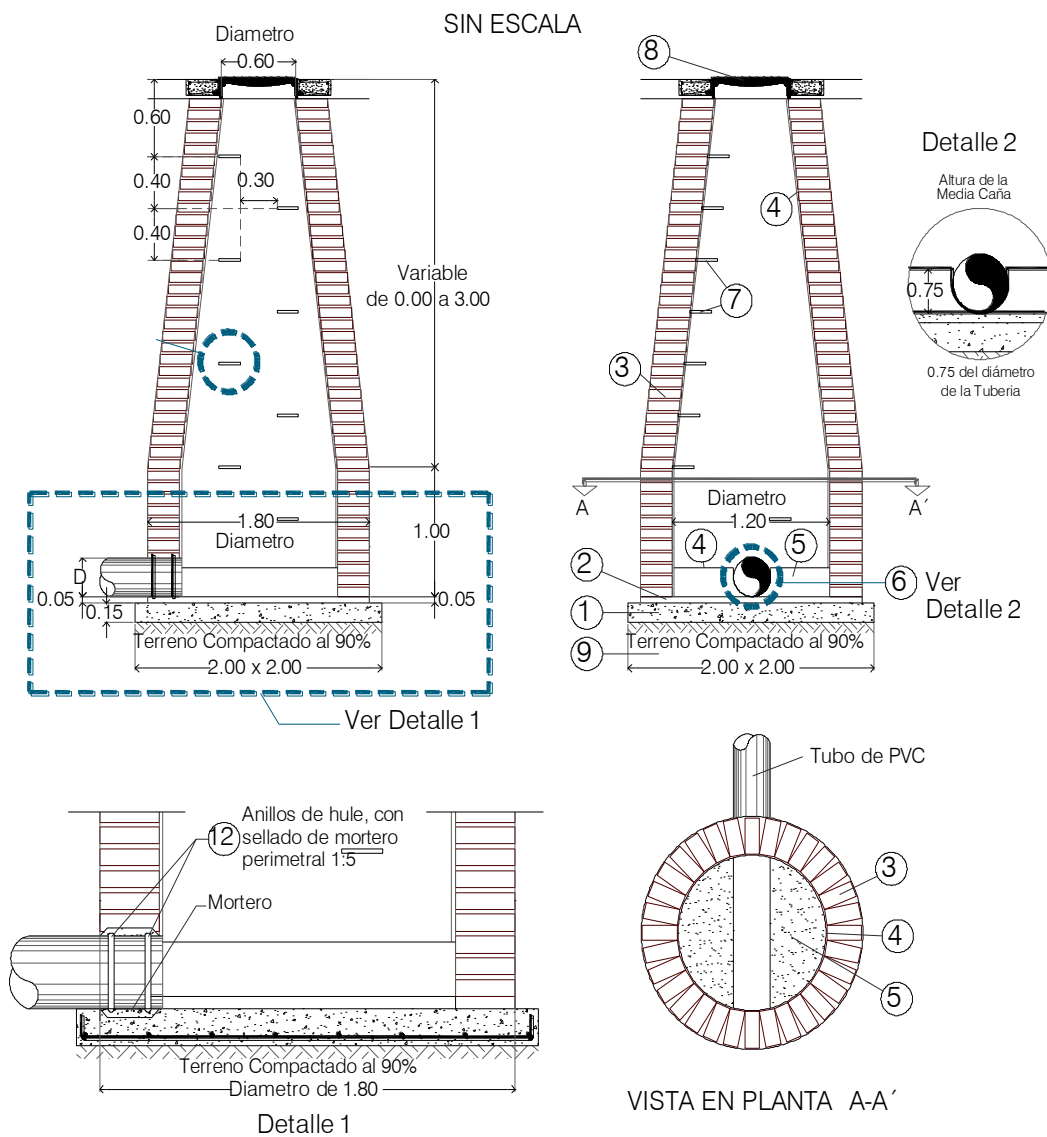


Figura 4.10, Pozo de visita, Tipo I-Cabecal Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

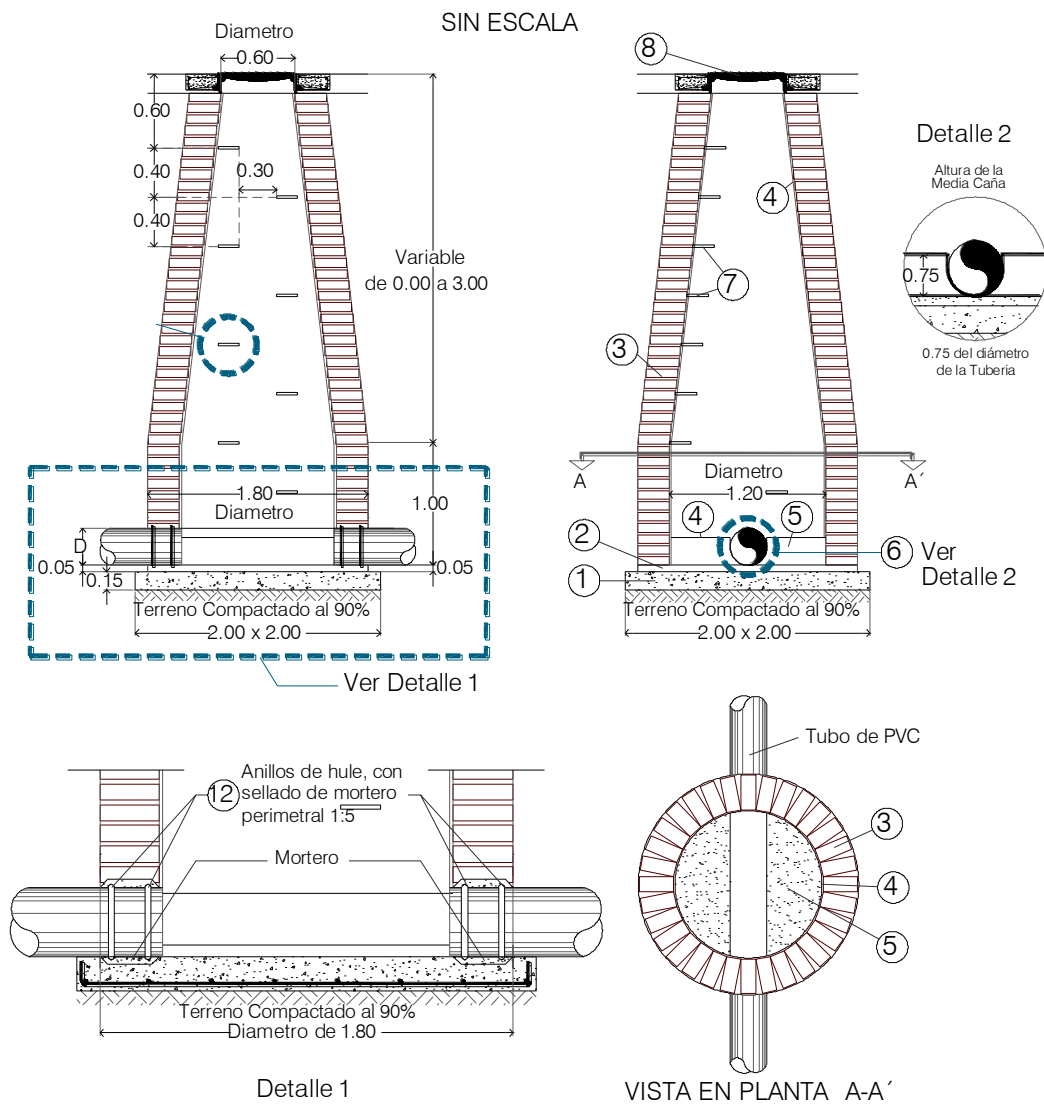


Figura 4.11, Pozo de visita, Tipo II-Cruce de 1 tubería, Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

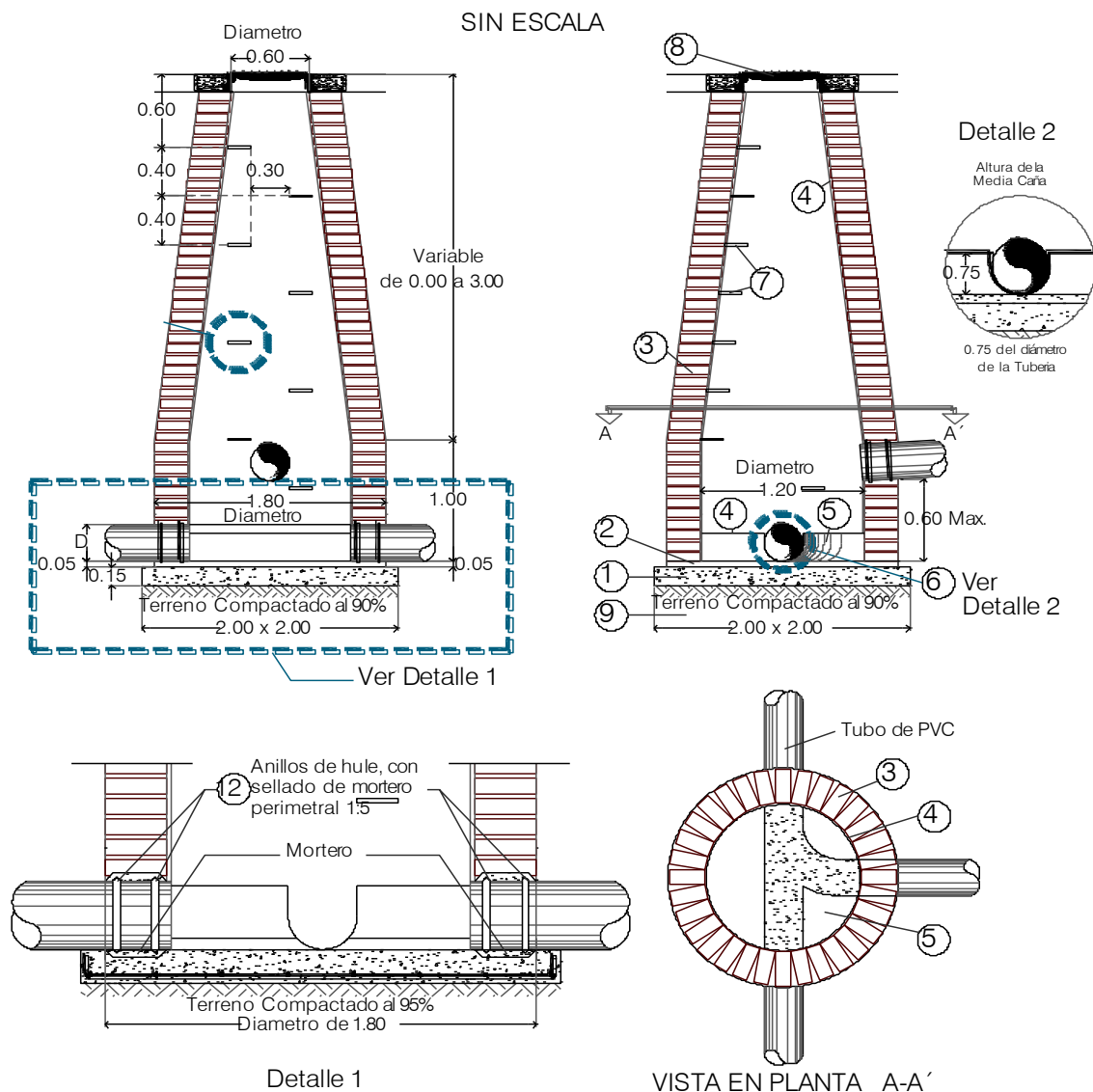


Figura 4.12, Pozo de visita, Tipo IV-Cruce de 2 tuberías, Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

En caso de que los pozos de visita queden a un nivel más alto que la rasante (por faltar capas de terracería), deben de aplanarse exteriormente. Como se ha dicho los pozos de visita se utilizan en la unión de varias tuberías, en los cambios de diámetro, de dirección y de pendiente, o en longitudes no mayores de 60.00 mts y son fabricados “in situ”, los pozos de visita se deberán de ejecutar de acuerdo a lo aprobado por la C.E.A.

---

#### 4.6.3 SEPARACIONES MÁXIMAS ENTRE POZOS DE VISITA

---

La separación máxima entre pozos de visita que no presentan cambios de dirección, pendiente o diámetro de tubería, es decir en tramos rectos donde se requieran para realizar la inspección y acceso a las tuberías debe ser la indicada en la tabla 4.7.

Tabla 4.7.- Separación máxima

DIÁMETRO DE LAS TUBERIAS	SEPARACION MÁXIMA DE POZOS DE VISITA
DE 30 CMS A 61 CMS	60.00 MTS
DE 76 CMS A 122 CMS	125.00 MTS

Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

---

#### 4.6.4 ZANJAS

---

Es la excavación que se realiza para alojar las tuberías o las diferentes estructuras (cajas de válvulas, pozos de visitas, registros, etc.), necesarias para el buen funcionamiento de las redes de agua potable, agua tratada, alcantarillado sanitario y pluvial.

Dependiendo de las características del proyecto, lo autorizado por la C.E.A. y el tipo de material, las excavaciones se podrán ejecutar a mano o con equipo mecánico. No se deberán de excavar tramos mayores de zanjás, al equivalente a un día de trabajo adelantado, en relación con la colocación de la tubería.

Las dimensiones de las zanjás se definirán en base a los siguientes casos:

- Tuberías en vialidades, tuberías en banqueta, tuberías en camellones, pasillos de servicio o en terrenos sin paso vehicular.
- También se deberá de considerar la etapa constructiva en que se coloquen las tuberías, esto es, si la obra está en proceso (fraccionamiento o condominio en construcción), si el fraccionamiento o condominio ya está terminado y cuenta con el recubrimiento de la vialidad o de la banqueta.
- El tipo de material de la tubería también será condicionante para determinar la profundidad a que deberá de colocarse.

En todo caso deberán analizarse las profundidades y separación horizontal entre todas las instalaciones subterráneas como: agua potable, agua tratada,

alcantarillado sanitario o pluvial, instalación eléctrica, alumbrado, teléfonos, gas, debiendo de tener cuidado de que en ningún caso la tubería de agua potable quede por debajo de las tuberías de agua tratada, alcantarillado sanitario y pluvial.

De igual forma no se permitirá que las diferentes instalaciones subterráneas queden localizadas en el mismo plano vertical, cada instalación deberá tener su ancho y profundidad definida (como un derecho de vía), a manera de que no se interfieran y permitan su libre acceso para mantenimiento y reparación de las tuberías.

Con base a lo anterior, se recomienda que cuando se estén ejecutando los proyectos, se defina primeramente la correcta ubicación de la tubería de agua potable y sus tomas domiciliarias, a su profundidad mínima y de ahí se localicen las tuberías más profundas como pueden ser: el agua tratada, el alcantarillado sanitario y pluvial.

#### 4.6.5 DIMENSIONAMIENTO DE LAS ZANJAS

Las zanjas sirven para la protección de las tuberías durante su colocación y posteriormente en su operación, debiendo tener sus paredes verticales cuando menos hasta el lomo del tubo tal como se muestra en las figura 4.13 y con las dimensiones recomendadas en la tabla 4.8.

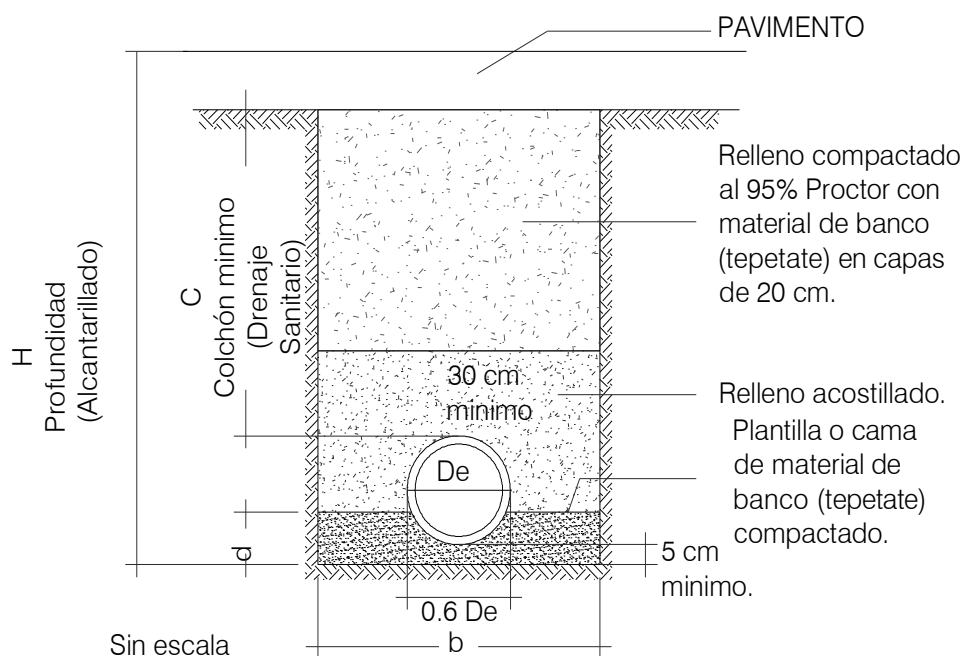


Figura 4.13, Geometría de las zanjas y relleno en vialidad, Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

Tabla 4.8.- Dimensionamiento de las zanjas

Diámetro de la tubería cm.	Ancho b (cm.)	Colchón mínimo c (mts)		
		vialidad	banqueta	camellón
De 16.00 a 31.50 cm	Diámetro exterior de la tubería más 25 cm. a cada lado	0.8	0.7	0.6
De 35.50 a 107 cm		0.9	0.8	0.7

Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

Se define como altura máxima de zanja para cualquier tipo de tubería 4.00 mts,

Al fondo de la excavación deberá de colocarse una plantilla de material adecuado, la cual se define en el siguiente subcapítulo “PLANTILLA O CAMA”

#### 4.6.6 PLANTILLA O CAMA

La plantilla o cama consiste en un piso de material fino, colocado en el fondo de la zanja, que tiene por objeto eliminar las irregularidades del fondo de la excavación y la “puntas” de roca que pudieran existir, proporcionando una superficie regular para asentar la tubería, ajustándose en forma cóncava a su diámetro exterior en un 60%.

La tubería deberá de apoyar completamente en toda su longitud, penetrando las campanas de conexión en la plantilla.

El espesor mínimo de la plantilla o cama es de 5.00 cm y máximo 10.00 cm.

#### 4.6.7 RELLENO DE ZANJAS

El relleno de las zanjas es la actividad de colocar material para cubrir la tubería, con objeto de protegerla y para evitar los movimientos de la misma durante su operación.

El material que se coloque deberá estar libre de piedras para no fisurar o hasta llegar a romper la tubería.

En forma general el relleno de las zanjas se realiza en dos etapas:

- La primera etapa corresponde a un relleno perimetral a la tubería y hasta 30 cms sobre el lomo del tubo. Este relleno tiene por objeto el fijar la tubería en su posición y ser su primera protección contra los rellenos posteriores, a

este primer relleno se le denomina comúnmente “relleno acostillado” y, se compacta en capas de aproximadamente 15 a 20 cms con material fino libre totalmente de piedras, colocando manualmente a ambos lados del tubo y sobre él teniendo cuidado de no afectarlo.

- La segunda etapa corresponde a un relleno que puede ser a volteo (en zanjas que no recibirán carga vehicular posterior) o compactado (en zanjas que tendrán paso vehicular posterior). El material para este relleno podrá ser: material seleccionado producto de la excavación o material de banco.

El espesor de las capas variará de 15 a 20 cm. Dependiendo del tipo de material, el grado y tipo de compactación que se vaya a dar y, el equipo de compactación que se emplee el cual deberá de ser mecánico de operación manual.

#### 4.6.8 CINTA PLÁSTICA DE PREVENCIÓN DE LA EXISTENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE AGUA POTABLE, AGUA RECUPERADA, AGUAS GRISES, ALCANTARILLADO SANITARIO, PLUVIAL Y DE AGUA TRATADA

En general en todas las líneas, redes de agua potable, agua tratada, alcantarillado sanitario y pluvial, deberá colocarse una cinta plástica dentro de la zanja, que contenga las siguientes leyendas, según sea el caso:

LEYENDA	COLOR	COLOR DE CINTA
CEA - LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE TEL (442) 211 00 66		AZUL REY
CEA - LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA RECUPERADA TEL (442) 211 00 66		VIOLETA
CEA - LÍNEA DE ALCANTARILLADO SANITARIO TEL (442) 211 00 66		GRIS OSCURO
CEA - LÍNEA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS GRISES TEL (442) 211 00 66		GRIS CLARO
CEA - LÍNEA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL TEL (442) 211 00 66		BLANCO
CEA - LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA TRATADA TEL (442) 211 00 66		VERDE

Figura 4.14, Clasificación de las cintas, Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

Esta deberá ser colocada en forma longitudinal al interior de la zanja a 40 cm. Por debajo del nivel de piso, banquetta o terreno natural, según sea el caso; posteriormente se continuará con el relleno de la zanja de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

#### 4.6.9 DESCARGAS DOMICILIARIAS

La descarga domiciliaria, es la tubería que permite el desalojo de las aguas negras de las edificaciones hacia la atarjea.

La descarga domiciliaria se inicia en un registro de interconexión hermético, localizado en el interior del predio debiéndose conectar a la atarjea de forma que se garantice su hermeticidad. El diámetro mínimo del albañal debe de ser de 15 cm. La profundidad mínima del arrastre hidráulico del albañal en el registro de interconexión debe de ser de 60 cms. La pendiente mínima del albañal desde el registro interior de interconexión de la edificación hacia la atarjea debe de ser del 1%.

Los materiales de la atarjea, el albañal y la conexión de ambos deben de ser compatibles, del mismo tipo de material. El material del tubo del albañal puede cambiar hacia el interior de la edificación en el registro de interconexión.

La separación mínima entre la tubería de agua potable y la de alcantarillado sanitario o descarga domiciliaria debe de ser como mínimo de 20 cm en el sentido vertical y de 40 cm en el sentido horizontal, tomando como eje el paño exterior de las tuberías.

La C.E.A. sólo autoriza una descarga por lote o vivienda para el caso de fraccionamientos.

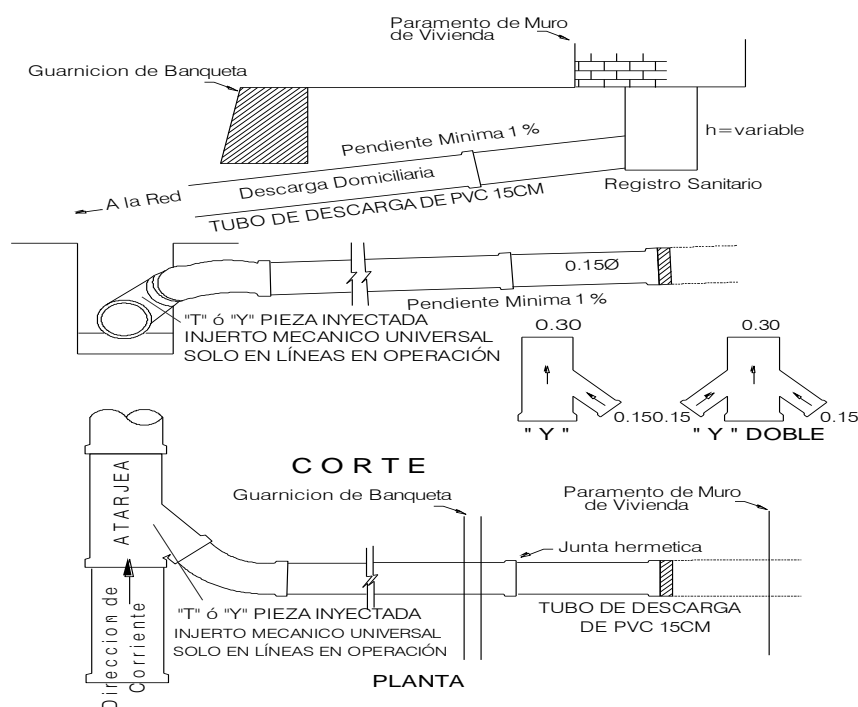


Figura 4.15, Descarga domiciliaria tipo, Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

#### 4.6.10 REGISTRO SANITARIO

El uso de registros sanitarios en sustitución de pozos de visita no es admisible, salvo en casos ampliamente justificados y previa autorización de C.E.A.

No podrán considerarse como solución integral de la red de alcantarillado sanitario de un fraccionamiento o condominio. Los registros sanitarios deben ser aprobados por la C.E.A. previamente a la ejecución del proyecto, en virtud de que se presentan problemas para el mantenimiento de la red de alcantarillado.

Un criterio para su ubicación en la banqueta, puede ser la colindancia de dos lotes. La distancia máxima entre los registros debe de ser de 50.00 metros.

La sección “libre” de los registros está en función de su profundidad como se muestra en la figura 4.16.

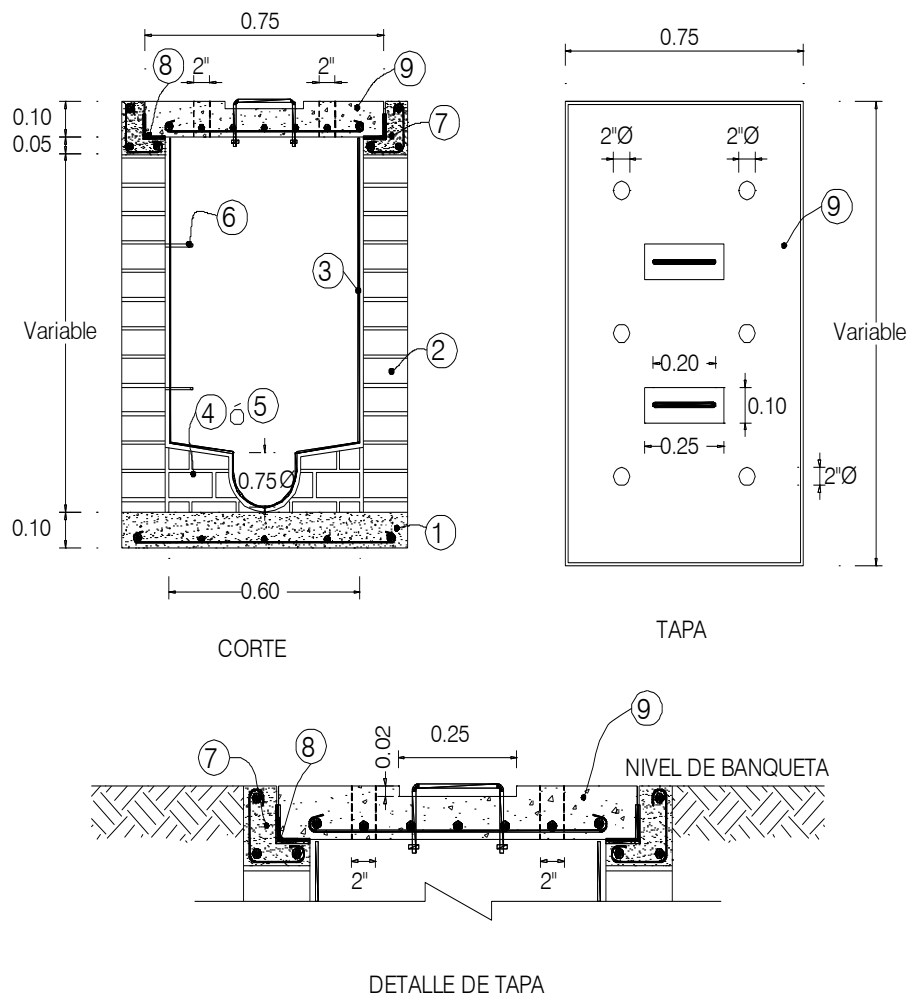


Figura 4.16, Detalle del registro, Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

En la tabla 4.9 se puede apreciar los dimensionamientos de acuerdo su profundidad.

Tabla 4.9.- Dimensionamiento de los registros.

Altura libre (mts)	Ancho libre (mts)	Largo libre (mts)
De 0.90 a 1.20	0.60	0.80
De 1.21 a 1.50	0.60	1.00
De 1.51 a 1.75	0.60	1.10
De 1.75 a 2.00	0.60	1.20

Fuente: Lineamientos Técnicos CEA Querétaro, 2013.

No se recomienda registros de alturas mayores de 2.00 mts por problemas de mantenimiento.

## 4.7 CRITERIO DE CÁLCULO

---

Se requiere contar con el apoyo de rasantes y el perfil de las vialidades del desarrollo y el proyecto de la lotificación del desarrollo. Los cuales se pueden apreciar en las figuras 4.2, 4.3, 4.4 y 4.5.

Tener determinado por la Dirección de Planeación Hidráulica de la C.E.A. el punto de conexión y sus características del alcantarillado sanitario del desarrollo con el resto de la red existente.

Conocer el proyecto de los otros servicios con su ubicación y profundidad.

Definir las características y material de la tubería a emplear.  
Hacer un primer trazo de las atarjeas.

Con base en las profundidades de los otros servicios se deberá establecer las profundidades del alcantarillado sanitario que, junto con el alcantarillado pluvial y la red de agua tratada, son los más profundos.

Se deberán establecer las pendientes de las atarjeas, de acuerdo a la topografía del terreno, a las profundidades de los otros servicios, los colchones mínimos de

protección de las tuberías y el tipo de material del terreno donde se realizaran las zanjas.

Se deberán ubicar y numerar consecutivamente los pozos de visita localizándolos en:

- Inicio de atarjea
- Cada intersección de tubería
- Cada cambio de pendiente
- Cada cambio de diámetro
- Cada cambio de dirección
- En tramos rectos a distancias no mayores de 60.00 mts

Con lo anterior se puede hacer una primera alternativa de profundidades y pendientes de las atarjeas.

Calcular los diferentes gastos totales del desarrollo:

Gasto medio

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

Gasto mínimo

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

Gasto máximo instantáneo

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

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

Gasto máximo extraordinario

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

En base a los gastos totales anteriores se obtendrán los gastos parciales para cada tramo en forma proporcional a la población servida de la atarjea en estudio

Con el gasto mínimo se verifica la velocidad mínima del tramo, debiendo ser igual o superior la mínima especificada en la tabla 4.3 de velocidades máximas y mínimas permitidas.

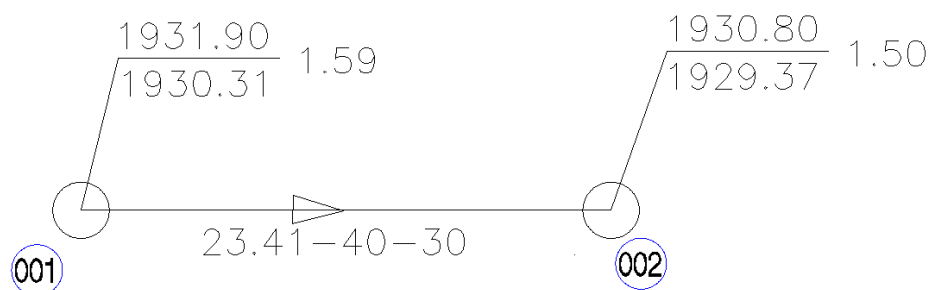
Las velocidades mínima y máxima se verifican con la fórmula:

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

Donde el radio hidráulico será para el gasto mínimo o el gasto máximo, según el caso considerando que el diámetro mínimo de atarjea debe ser 30 cm, se revisan las velocidades reales mínima y máxima en forma inicial para éste diámetro, con las pendientes determinadas en la primera alternativa.

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

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



001	Pozo de visita y número indicativo
23.41	Longitud del tramo en mts.
40	Pendiente del tramo en milésimas
30	Diámetro de la tubería en cms.
1931.90 y 1930.80	Cotas de rasante en m.s.n.m.
1930.31 y 1929.37	Cotas del arrastre hidráulico en m.s.n.m.
→	Sentido del escurrimiento
1.59 y 1.50	Altura de pozo de visita en mts.

Se deberá indicar la ubicación de los albañales o descargas domiciliarias, así como su forma de conexión a la atarjea y la conexión al interior de la edificación.

Los comentarios adicionales que realiza el CEA para los proyectos de alcantarillado sanitario son:

- El diámetro mínimo de la atarjea debe de ser de 30 cms.
- El diámetro de la descarga domiciliaria debe de ser mínimo de 15 cms.
- Se debera indicar la ubicación de las descargas domiciliarias, considerando una sola por lote ya sea unifamiliar o condominal.
- No se permitira el paso o cruce del alcantarillado sanitario o de agua tratada sobre el agua potable.
- En los pozos de visita no se permitirá ninguna instalación diferente al alcantarillado sanitario.
- La tubería a emplearse en el alcantarillado sanitario tanto para la red como para las descargas domiciliarias, se sugiere que sea de: P.V.C. con rigidez estructural de 2.5 kg/cm<sup>2</sup> (serie 16.5) al aplastamiento como mínimo.
- Debera de proyectarse primeramente el alcantarillado sanitario, definiendo sus niveles de colocación, tanto en atarjeas como en descargas domiciliarias, profundizándolos lo necesario para respetar los colchones, profundidades y separaciones con la red de agua potable.

## 4.8 PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Los procedimientos y fórmulas establecidos, se presentan en la siguiente tabla, la cual se encuentra dividida por partes para poder hacer explicación de cada una de sus columnas. Una vez establecidos los datos básicos se puede calcular en la tabla 4.10.

Tabla 4.10.- Tabla de revisión hidráulica del sistema de alcantarillado sanitario

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
TRAMO	LONGITUD PROPIA DEL TRAMO (mts)	LONGITUD ACUMULADA (mts)	POBLACION SERVIDA (hab)	GASTOS DE AGUAS NEGRAS				PENDIENTE  milesimas	DIAMETRO  (cms)	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO					
				MINIMO	MEDIO	MAXIMO INSTANTANEO	MAXIMO EXTRAORDINARIO			TUBO LLENO		VEL MIN	VEL MAX	Y MIN	Y MAX
				(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)			GASTO	VELOCIDAD	(m/s)	(m/s)	(cm)	(cm)
18-17	32.28	32.28	13	1.500	0.024	0.091	0.136	47.00	30	302.82	4.28	1.10	2.71	1.51	6.29
17-15	11.74	44.02	18	1.500	0.033	0.124	0.185	39.00	30	275.84	3.90	1.04	2.47	1.58	6.29
16-15	51.53	51.53	21	1.500	0.038	0.145	0.217	20.00	30	197.54	2.79	0.82	1.77	1.86	6.30
15-15*	30.22	125.77	50	1.500	0.093	0.353	0.529	40.00	30	279.36	3.95	1.04	2.51	1.57	6.32
15*-13	30.22	155.99	62	1.500	0.115	0.438	0.657	58.00	30	336.39	4.76	1.19	3.02	1.43	6.32
14-13	16.00	16.00	6	1.500	0.012	0.045	0.067	46.00	30	299.58	4.24	1.10	2.68	1.51	6.29
13-08	23.41	195.40	78	1.500	0.144	0.548	0.822	40.00	30	279.36	3.95	1.04	0.86	1.57	1.17
11-10	59.97	59.97	24	1.500	0.044	0.168	0.252	13.00	30	159.26	2.25	0.71	1.43	2.06	6.31
10-09	53.94	113.91	45	1.500	0.084	0.320	0.479	17.00	30	182.12	2.58	0.78	0.54	1.93	1.11
09-08	9.00	122.91	49	1.500	0.091	0.345	0.517	64.00	30	353.36	5.00	1.23	3.17	1.40	6.31
08-03	22.17	340.48	136	1.500	0.251	0.955	1.433	43.00	30	289.64	4.10	1.07	1.06	1.54	1.51
06-05	60.00	60.00	24	1.500	0.044	0.168	0.253	15.00	30	171.07	2.42	0.75	1.53	1.99	6.31
05-04	53.94	113.94	45	1.500	0.084	0.320	0.480	26.00	30	225.23	3.19	0.90	2.02	1.74	6.32
04-03	7.05	120.99	48	1.500	0.089	0.339	0.509	61.00	30	344.98	4.88	1.21	3.09	1.41	6.31
03-02	39.97	501.44	200	1.500	0.370	1.407	2.110	40.00	30	279.36	3.95	1.04	1.16	1.57	1.85
02-01	11.66	513.10	205	1.500	0.379	1.440	2.159	6.00	30	108.19	1.53	0.55	0.61	2.49	2.97
01-52	43.74	556.84	222	1.500	0.411	1.562	2.344	8.00	30	124.93	1.77	0.60	0.69	2.32	2.88
18-19	54.52	54.52	22	1.500	0.040	0.153	0.229	28.00	30	233.73	3.31	0.92	2.09	1.71	6.30

Fuente: Diseño & Ingeniería, 2016.

Tomando en cuenta que la aportación será del 80% de la dotación de agua potable entregada a la red. Para el caso de la ciudad de Querétaro y sus zonas urbanas del Estado de Querétaro, la C.E.A. ha definido los siguientes valores: Para la dotación de desarrollos habitacionales, condominios, comercios, industrias y otros giros, sin considerar el reúso y tratamiento del agua residual, deben contemplarse los siguientes datos de la tabla 4.11.

Tabla 4.11.- Parámetros en el cálculo del gasto para el cobro de los derechos de infraestructura en el Estado de Querétaro.

Giros	Tipos	Dotación
Habitacional	Doméstico	200 lts/hab/día
	Doméstico (Administraciones)	150 lts/hab/día
Oficinas	Cualquier género	6 lts/hab/día

Fuente: Lineamientos Técnicos, 2013.

Por lo que se puede observar corresponde a 200 lts/hab/día; por lo que realizando las operaciones correspondientes resulta en 160 lts/hab/día como el volumen de agua que retornará al sistema de alcantarillado.

A continuación, se deberá determinar la densidad de población equivalente, distribuida en toda la red a la que se dará servicio. Esta densidad corresponderá a la población total de proyecto entre la longitud total de la red. Para el “Coto Lluvia” la población proyecto estimada fue de 430 habitantes y la longitud total de la red proyectada es de 1078.46 metros. Con los datos anteriores la densidad resultante (expresada en hab/mtr) se calculará con la siguiente fórmula:

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

De lo anterior, la densidad resultante es de 0.39 hab/mts.

Posteriormente se propone de manera tabular la columna 1, que corresponde al número inicial y final del pozo de visita. La columna 2 se refiere a la longitud propia de la tubería del pozo inicial al pozo final.

La columna 3 es la suma de la longitud propia la longitud tributaria del tramo.

La columna 4 corresponde a la población servida por el tramo en cuestión, expresada en habitantes. Para obtener este valor, bastará multiplicar la densidad de población obtenida al inicio por la longitud acumulada de la columna 3 en el tramo en cuestión. En esta columna es necesario mencionar que por obvias razones se deberá de manejar al entero. Una manera de cuadrar resultados, es

que, al finalizar la columna, esta deberá coincidir con la población de proyecto. Si no es así, se advierte algún error de análisis de tramos.

Las columnas 5, 6, 7 y 8, corresponderán a los gastos por tramos de aguas negras, expresados en litros/segundo. Así, la columna 6 corresponderá al gasto medio en el tramo, obtenida con la formula ya mencionada en capítulos anteriores. El gasto se determinará con los datos de la aportación y la población del tramo en análisis. La columna 5 será el gasto mínimo en el tramo, aplicando la formula correspondiente; es de recordar el criterio del gasto mínimo, retomando dice: *“cuando resulte valores de gasto mínimo menores a 1.5 lts/seg, se debe de usar este valor en el diseño”*. Este criterio viene del M.A.P.A.S. de la CONAGUA.

La columna 7, corresponde al gasto máximo instantáneo, por lo que se deberá de determinar el coeficiente de Harmon para cada tramo en estudio y calcular el gasto máximo instantáneo esperado en este tramo. La columna 8, se refiere al gasto máximo extraordinario para el tramo en estudio, aplicando la fórmula correspondiente.

Las columnas 9 y 10 corresponderán a los datos geométricos por tramo de estudio, plasmados como L-S- $\Phi$  de aquí, la columna 9 se refiere a la pendiente del tramo expresada en milésimas de metro, y la columna 10 corresponderá al diámetro nominal propuesto en el tramo expresado en centímetros.

Teniendo el material, clase, diámetro y pendiente del tramo, se calcula la velocidad y el gasto a tubo lleno.

A partir de aquí para continuar el análisis hidráulico de la red se aplicó las fórmulas mencionadas en el subcapítulo 4.4.5 DISEÑO HIDRÁULICO. Las fórmulas e imágenes mencionadas anteriormente son un extracto de la fórmula de Manning y de los nomogramas.

Para simplificar los cálculos se han obtenido relaciones entre las diferentes variables hidráulicas de interés en una tubería de sección circular, teniendo como base las calculadas a sección llena con la fórmula de Manning, con lo correspondiente a un tirante determinado como se observa en la figura 4.17.

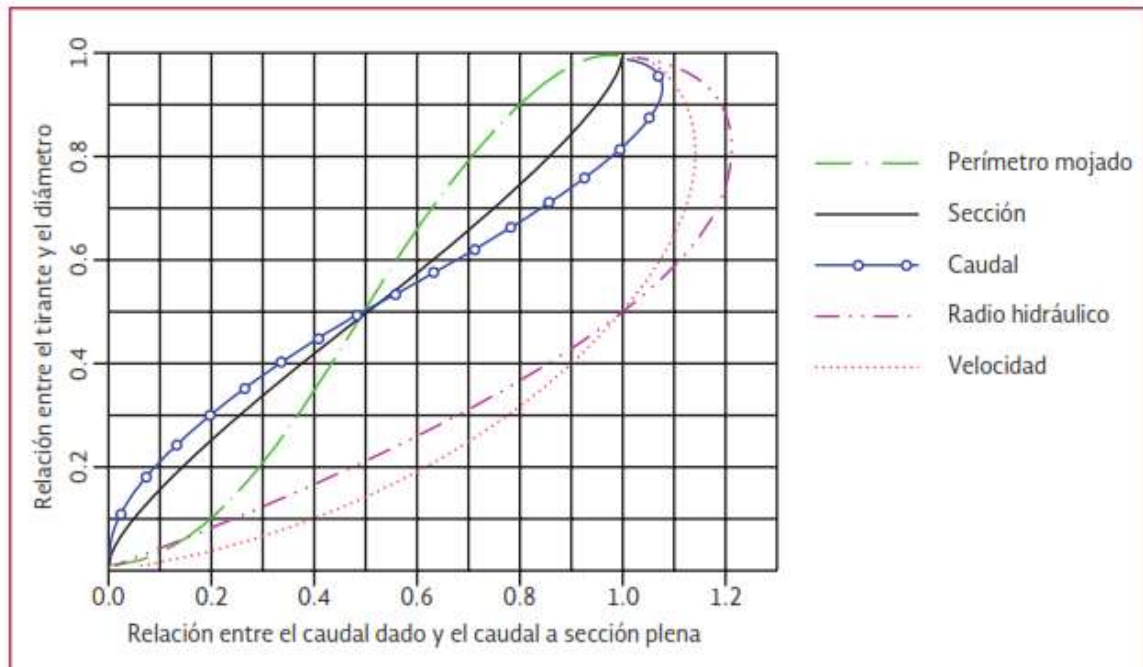


Figura 4.17, Elementos hidráulicos de la sección circular

Con las variables hidráulicas a tubo parcialmente lleno, calculadas en paso anterior y con la ecuación de radio hidráulico, se calcula la velocidad a tubo parcialmente lleno para cada caso.

Las variables hidráulicas que deben de estar dentro de los rasgos permisibles son la velocidad a gasto mínimo, la velocidad a gasto máximo extraordinario, el tirante a gasto mínimo, el tirante a gasto mínimo y el tirante a gasto máximo extraordinario

## 4.9 SIMBOLOGÍA

La simbología es una forma de simplificar en planta lo que hará en obra, para este caso se utilizara la simbología que especifica el C.E.A.



( RED MUNICIPAL)  
TUBERIA EXISTENTE



LINEA DE COLECTOR PRINCIPAL  
DE PVC SERIE 16.5



TUBERIA RED GENERAL  
DE PVC SERIE 16.5



CABEZAL DE DESCARGA



POZO DE VISITA COMUN  
DE PROYECTO



POZO DE VISITA COMUN  
CON CAIDA ADOSADA



TUBERIA DE PROYECTO  
DE PVC SERIE 16.5



NUMERO DE POZO



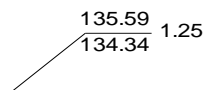
NUMERO DE POZO PROYECTO



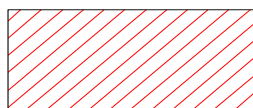
LOCALIZACION DE DESCARGA  
DOMICILIARIA

67.00 - 18 - 30

LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO  
metros milésimas centímetros



COTA DE RASANTE  
PROFUNDIDAD DE POZO  
COTA DE ARRASTRE DEL TUBO



SERVIDUMBRE DE PASO








POZO DE CONCRETO  
DE PROYECTO  
PROF. MAYOR A 4.00 MTS.



LÍMITE DE PREDIO

Tabla 4.12.- Presentación de datos básicos para pozos de visita con caída (sugerida).

Caídas			Rango de alturas permitidas
Pozo con caída libre a pozo de visita		30 a 60 cm Ø	< 0.60 mts.
Pozo con caída adosada a pozo de visita		30 a 60 cm Ø	0.60 a 2.00 mts
Caja con caída		76 cm Ø	0.5 a 1.5 mts
Pozo con caída escalonada		91 a 244 cmØ	De 50 en 50 cm hasta 2.50 mts en total, para altura de escalones fuera de los 50 cm se ajustara el escalón de salida de acuerdo a los requerimientos de proyecto.
Cajas caída		76 a 107 cm Ø	De 150 en 150 cm entre escalones, para escalones fuera de los 150 cm se ajustará el escalón de salida de acuerdo a los requerimientos de proyecto.

Fuente: Lineamientos Técnicos, 2013.

## 4.10 NORMATIVIDAD

La Comisión Estatal de Aguas (C. E. A.) es organismo público descentralizado del Gobierno Del Estado de Querétaro, que tiene como función la prestación de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, y está facultado para planear, programar, construir, mantener, administrar, operar, conservar, rehabilitar y controlar los sistemas para la prestación de los servicios en el ámbito de su circunscripción territorial, actuando además como coordinador y coadyuvante con autoridades federales, estatales y municipales en todas estas actividades, para beneficio de los habitantes del Estado.

Con fundamento a lo anterior, la tesis se realizó en base a las Normas y Lineamientos Técnicos para las instalaciones de Agua Potable, Agua Tratada, Alcantarillado Sanitario y Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro.

Teniendo una compilación resumida y extraída del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS), editado por la Comisión Nacional del

Agua (CONAGUA), que al ser una Institución del Gobierno Federal tiene un carácter y facultad de oficial y normativa, por tanto, lo mencionado en este contenido es de aplicación federal en materia de alcantarillado sanitario.

La Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano municipal.

El alcantarillado en descargas domiciliarias debe de ser totalmente hermético con base en la NOM-001-CONAGUA-2011.

## 5.- CONCLUSIONES

El objetivo general de este proyecto consistió en diseñar una propuesta factible del sistema de alcantarillado sanitario para el Coto Lluvia, que permitiera evacuar adecuadamente aguas residuales provenientes de las viviendas y que esta misma cumpliera con los lineamientos técnicos del C.E.A. Querétaro, empleando las fórmulas de Manning en el método de cálculo hidráulico.

En la tabla 5.1 se presentan los principales datos que se consideró, así como los resultados que se obtuvieron para el desarrollo:

Tabla 5.1.- Resultados finales

N°	DATO	CARACTERISTICAS
1	Tipo de desarrollo	Habitacional
2	Numero de lotes	86 Habitacional
3	Densidad de población autorizada	5.00 hab/lote.
4	Población proyecto	430 Habitantes.
5	Dotación	200 lts/hab/dia
6	% de Dotación	80 %
7	Aportación de agua negra	160 lts/hab/dia
8	Gasto medio diario	0.796 lts/seg
9	Gasto mínimo	1.500 lts/seg
10	Coeficiente de Harmon	3.80
11	Coeficiente de seguridad.	1.50
12	Gasto máximo instantáneo	3.026 lts/seg
13	Gasto máximo extraordinario	4.539 lts/seg
14	Velocidad máxima	3.170 m/seg
15	Velocidad mínima	0.510 m/seg
16	Tipo de tubería a emplear	P.V.C. serie 16.5
17	Coeficiente de rugosidad de la tubería	n = 0.009
19	Punto de descarga definido por la C.E.A.	Sobre Boulevard Altozano en el pozo número 51

Considerando lo anterior, se concluye que:

- Las velocidades quedan dentro de los parámetros para el tipo de tubería que se propone (PVC), con la pendiente máxima gobernadora que es 64 a la milésima, el diámetro de la tubería mínimo que se toma en cuenta por parte del C.E.A. es de 30 cm, el cual si se ingresan los datos en el nomograma de Manning para  $n=0.009$  se obtienen los mismos datos que en la tabla se pueden apreciar.
- Se garantiza que si habrá una adecuada conducción de aguas residuales con un diámetro de 30 cms ya que, el diámetro de la tubería se podría haber considerado de 20 cm y estaría dentro de los rangos de velocidad para evitar sedimentación, en cualquiera de los dos casos, la selección del diámetro se hará aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo.
- De acuerdo a la topografía del lugar, el trazo de las atarjeas siguió lo más posible la rasante del proyecto, logrando atenuar las pendientes, con esto se logra disminuir el volumen de las zanjas y el tamaño de los pozos.
- Se cumplió la distancia de pozo a pozo que es de 60 mts, colocándose cada una de estos pozos de forma que se garantizan aportaciones rápidas y directas de las descargas hacia la tubería.
- Se permite la inspección y limpieza de la red sanitaria.
- Se evita remansos de agua negras en tuberías, así como la acumulación de basura que pudiera ocasionar obstrucción y brotes de aguas negras en el pozo de visita.

A nivel de recomendación, es de suma importancia contar con un manual de operación y mantenimiento, en el que se deberá consignar todas aquellas situaciones posibles, así como sus medidas inmediatas para la solución de problemas y poder tener así un buen funcionamiento de la red de alcantarillado sanitario.

## 6.- BIBLIOGRAFÍA

---

1. *Alcantarillado Sanitario y Pluvial*, M. en C. Ing. Hugo Alejandro Tzintzun Flores, Morelia, Michoacán, 2015.
2. *Alcantarillado Sanitario y Pluvial*, M. en C. Ing. Ricardo Ruiz Chávez, Dr. Roberto García Acevedo, Morelia, Michoacán, marzo 2016.
3. *Manual de Agua Potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS)*, México, D.F. 2007. Subdirección general técnica, gerencia de ingeniería básica y normas técnicas, Libros 1,2,5, 22 y 29.
4. *Normas y Lineamientos Técnicos para las Instalaciones de Agua Potable, Agua Tratada, Alcantarillado Sanitario y Pluvial de los Fraccionamientos y Condominios de las Zonas Urbanas del Estado de Querétaro*. Versión 0.00 2013, Santiago de Querétaro, Qro. Enero 2013.
5. *Normas Técnicas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)*, Subdirección general técnica, gerencia de ingeniería básica y normas técnicas, México, D.F. 2007, NOM-001-CONAGUA-2011, NOM-002-SEMARNAT-1996
6. *Proyecto de sistema de alcantarillado sanitario*, Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera, Diseño & Ingeniería.

## 7.- ANEXOS

---

Las siguientes figuras corresponden al coto lluvia:



Figura 7.1, Frente de las viviendas del coto Lluvia



Figura 7.2, Frente de las viviendas del coto Lluvia



Figura 7.3, Rejilla de Pluvial y al frente se observa un pozo de visita.



en

Figura 7.4, Detalle de tapa pozo de visita



Figura 7.5, Detalle de brocal en pozo de visita



Figura 7.6, Registro Sanitario



Figura 7.7, Descarga Domiciliaria

---

CALCULO HIDRAULICO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO

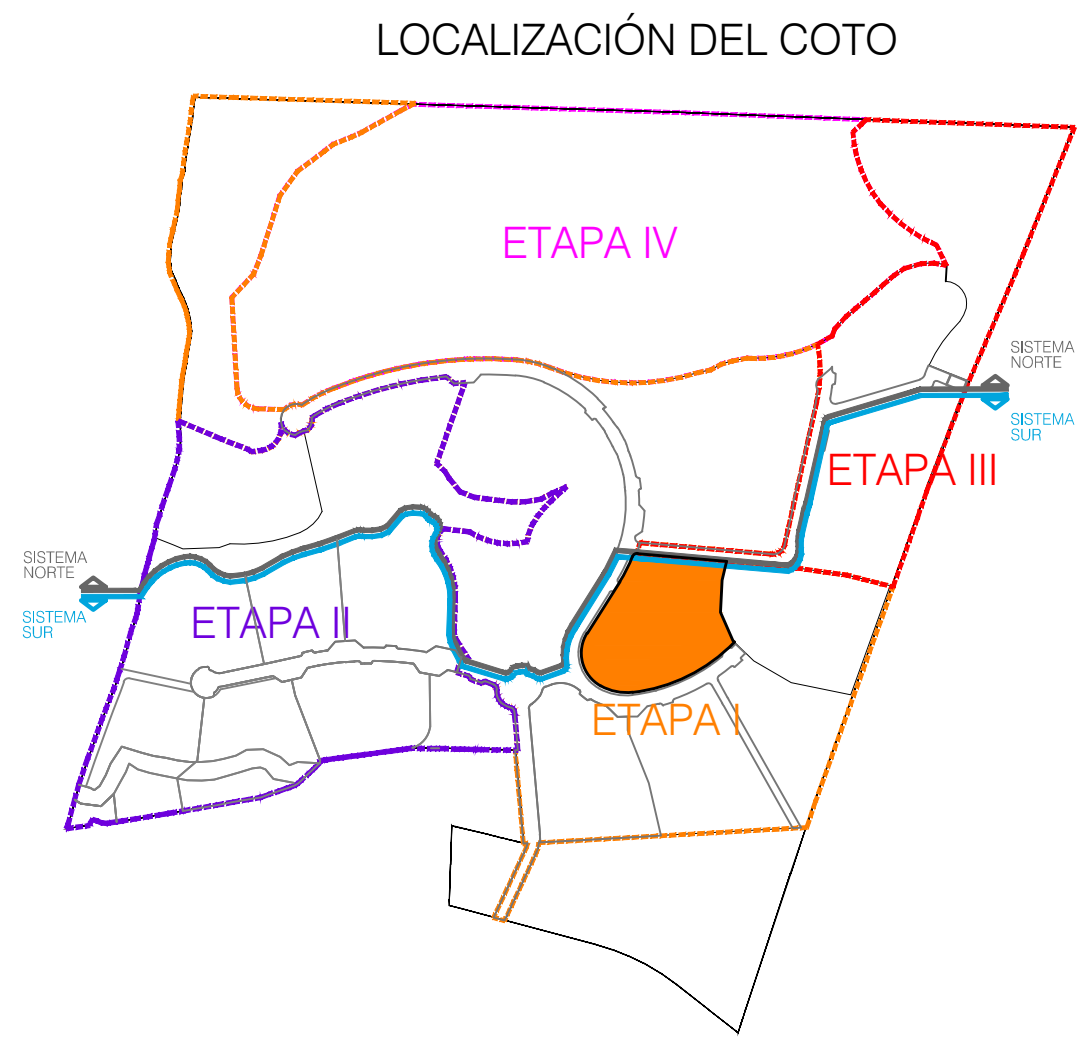
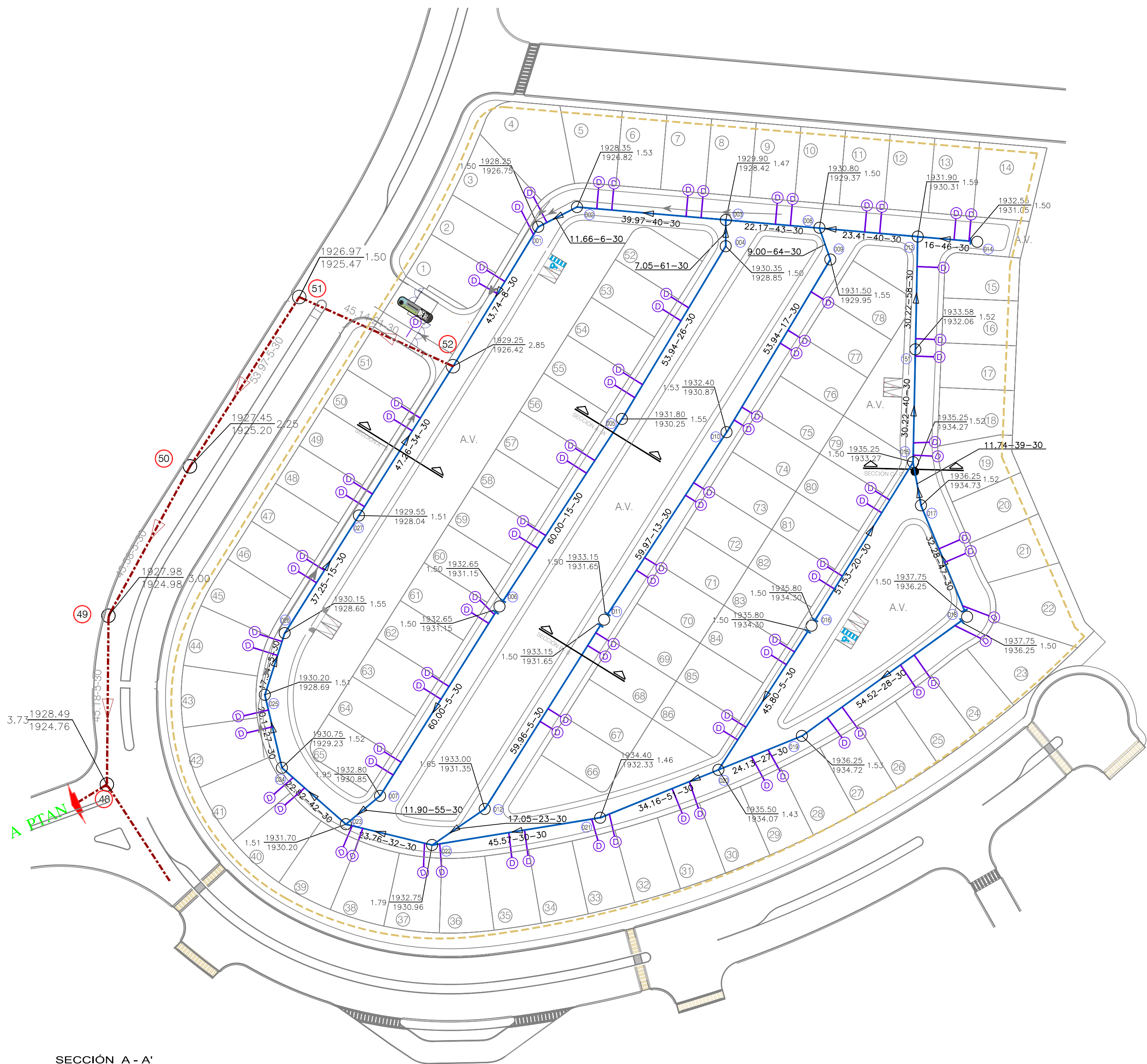
SISTEMA DE ATARJEAS

DATOS DE PROYECTO:

PROYECTO	ALTOZANO QUERETARO (LLUVIA)
NUMERO DE VIVIENDAS	86 lotes
HABITANTES POR VIVIENDA	5 hab/viv
POBLACION EN VIVIENDA	430 hab
POBLACION EN AREA CLUB	- hab
POBLACION EN AREA COMERCIAL	- hab
POBLACION EN VILLAGE	- hab
POBLACION PROYECTO	430 hab
DOTACION	200 lts/hab/dia
APORTACION EN PORCENTAJE (70% a 80%	80 %
LONGITUD TOTAL DE LA RED	1,078.46 mts
COEFICIENTE DE HARMON	3.8000 +

TRAMO	LONGITUD PROPIA (mts)	LONGITUD ACUMULADA (mts)	POBLACION SERVIDA (hab)	GASTOS				PENDIENTE  milesimas	DIAMETRO  (cms)	TIPO DE TUBERIA	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO					
				MINIMO (l/s)	MEDIO (l/s)	MAX INST (l/s)	MAX EXT (l/s)				TUBO LLENO		VEL MIN	VEL MAX	Y MIN	Y MAX
											GASTO	VELOCIDAD	(m/s)	(m/s)	(cm)	(cm)
SISTEMA DE ATARJEAS																
18-17	32.28	32.28	13	1.500	0.024	0.091	0.136	47.00	30	PVC	302.82	4.28	1.10	2.71	1.51	6.29
17-15	11.74	44.02	18	1.500	0.033	0.124	0.185	39.00	30	PVC	275.84	3.90	1.04	2.47	1.58	6.29
16-15	51.53	51.53	21	1.500	0.038	0.145	0.217	20.00	30	PVC	197.54	2.79	0.82	1.77	1.86	6.30
15-15*	30.22	125.77	50	1.500	0.093	0.353	0.529	40.00	30	PVC	279.36	3.95	1.04	2.51	1.57	6.32
15*-13	30.22	155.99	62	1.500	0.115	0.438	0.657	58.00	30	PVC	336.39	4.76	1.19	3.02	1.43	6.32
14-13	16.00	16.00	6	1.500	0.012	0.045	0.067	46.00	30	PVC	299.58	4.24	1.10	2.68	1.51	6.29
13-08	23.41	195.40	78	1.500	0.144	0.548	0.822	40.00	30	PVC	279.36	3.95	1.04	0.86	1.57	1.17
11-10	59.97	59.97	24	1.500	0.044	0.168	0.252	13.00	30	PVC	159.26	2.25	0.71	1.43	2.06	6.31
10-09	53.94	113.91	45	1.500	0.084	0.320	0.479	17.00	30	PVC	182.12	2.58	0.78	0.54	1.93	1.11

TRAMO	LONGITUD PROPIA (mts)	LONGITUD ACUMULADA (mts)	POBLACION SERVIDA (hab)	G A S T O S				PENDIENTE  milesimas	DIAMETRO  (cms)	TIPO DE TUBERIA	FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO					
				MINIMO  (l/s)	MEDIO  (l/s)	MAX INST  (l/s)	MAX EXT  (l/s)				TUBO LLENO		VEL MIN	VEL MAX	Y MIN	Y MAX
											GASTO	VELOCIDAD	(m/s)	(m/s)	(cm)	(cm)
S I S T E M A   D E   A T A R J E A S																
09-08	9.00	122.91	49	1.500	0.091	0.345	0.517	64.00	30	PVC	353.36	5.00	1.23	3.17	1.40	6.31
08-03	22.17	340.48	136	1.500	0.251	0.955	1.433	43.00	30	PVC	289.64	4.10	1.07	1.06	1.54	1.51
06-05	60.00	60.00	24	1.500	0.044	0.168	0.253	15.00	30	PVC	171.07	2.42	0.75	1.53	1.99	6.31
05-04	53.94	113.94	45	1.500	0.084	0.320	0.480	26.00	30	PVC	225.23	3.19	0.90	2.02	1.74	6.32
04-03	7.05	120.99	48	1.500	0.089	0.339	0.509	61.00	30	PVC	344.98	4.88	1.21	3.09	1.41	6.31
03-02	39.97	501.44	200	1.500	0.370	1.407	2.110	40.00	30	PVC	279.36	3.95	1.04	1.16	1.57	1.85
02-01	11.66	513.10	205	1.500	0.379	1.440	2.159	6.00	30	PVC	108.19	1.53	0.55	0.61	2.49	2.97
01-52	43.74	556.84	222	1.500	0.411	1.562	2.344	8.00	30	PVC	124.93	1.77	0.60	0.69	2.32	2.88
18-19	54.52	54.52	22	1.500	0.040	0.153	0.229	28.00	30	PVC	233.73	3.31	0.92	2.09	1.71	6.30
19-20	24.13	78.65	31	1.500	0.058	0.221	0.331	27.00	30	PVC	229.52	3.25	0.91	2.06	1.72	6.31
16-20	45.80	45.80	18	1.500	0.034	0.129	0.193	5.00	30	PVC	98.77	1.40	0.51	0.89	2.60	6.32
20-21	34.16	158.61	63	1.500	0.117	0.445	0.668	51.00	30	PVC	315.44	4.46	1.14	2.83	1.48	6.32
21-22	45.57	204.18	81	1.500	0.151	0.573	0.859	30.00	30	PVC	241.93	3.42	0.95	0.79	1.68	1.28
11-12	59.96	59.96	24	1.500	0.044	0.168	0.252	5.00	30	PVC	98.77	1.40	0.51	0.29	2.60	1.09
12-22	17.05	77.01	31	1.500	0.057	0.216	0.324	23.00	30	PVC	211.83	3.00	0.86	1.90	1.79	6.31
22-23	23.76	304.95	122	1.500	0.225	0.856	1.283	32.00	30	PVC	249.87	3.53	0.97	0.92	1.65	1.53
06-07	60.00	60.00	24	1.500	0.044	0.168	0.253	5.00	30	PVC	98.77	1.40	0.51	0.29	2.60	1.09
07-23	11.90	71.90	29	1.500	0.053	0.202	0.303	55.00	30	PVC	327.58	4.63	1.16	2.93	1.45	6.30
23-24	22.82	399.67	159	1.500	0.295	1.121	1.682	42.00	30	PVC	286.26	4.05	1.06	1.10	1.55	1.64
24-25	20.10	419.77	167	1.500	0.310	1.178	1.767	27.00	30	PVC	229.52	3.25	0.91	0.96	1.72	1.87
25-26	17.34	437.11	174	1.500	0.323	1.226	1.840	5.00	30	PVC	98.77	1.40	0.51	0.55	2.60	2.87
26-27	37.25	474.36	189	1.500	0.350	1.331	1.996	15.00	30	PVC	171.07	2.42	0.75	0.82	1.99	2.29
27-52	47.26	521.62	208	1.500	0.385	1.464	2.195	34.00	30	PVC	257.55	3.64	0.99	1.11	1.63	1.96
52-51	45.14	1,078.46	430	1.500	0.796	3.026	4.539	21.00	30	PVC	202.41	2.86	0.84	1.18	1.83	3.14
TOTAL	1,123.60															



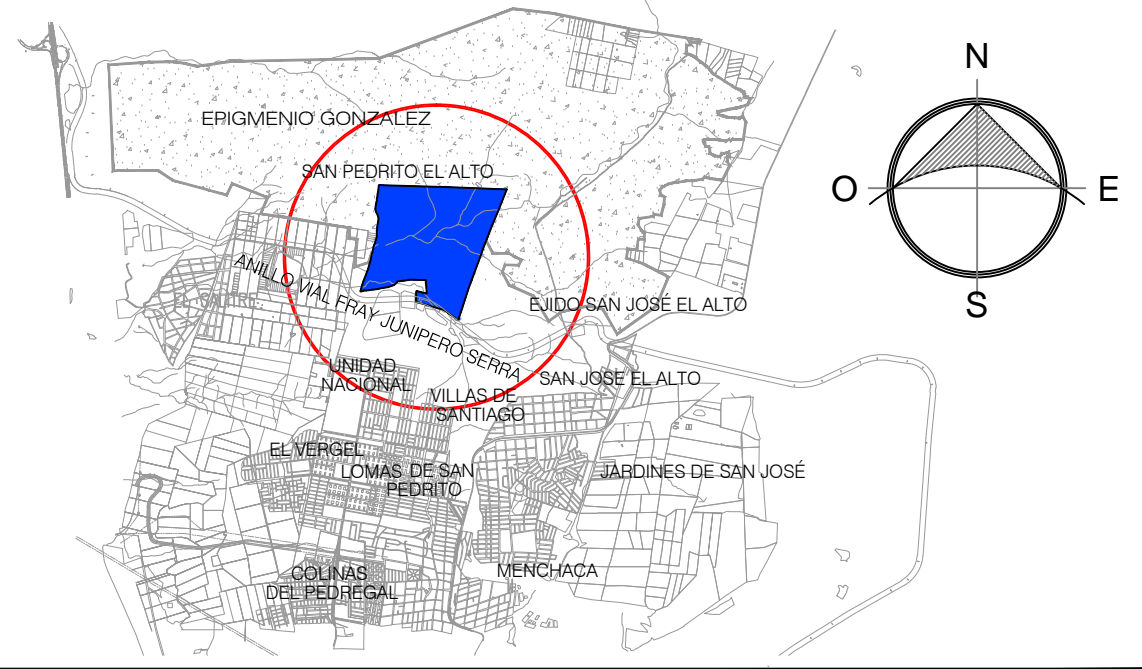
## NOTAS

- Se empleará tubería de PVC serie 16.5 Sistema Métrico, bajo norma NMX-E-215/1.
- En todas las líneas y redes de agua potable y alcantarillado, deberá colocarse una cinta plástica dentro de la zanja, que contenga la leyenda CEA-LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE TEL: (442) 2 11 00 66, en color AZUL REY o CEA-LÍNEA DE ALCANTARILLADO SANITARIO TEL: (442) 2 11 00 66, en color GRIS o CEA LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE ALCANTARILLADO PLUVIAL TEL: (442) 2 11 00 66, color BLANCO o CEA-LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE AGUA TRATADA TEL: (442) 2 11 00 66, en color VERDE. Esta deberá ser colocada en forma longitudinal al interior de la zanja a 40 cm por debajo del nivel de piso, banqueta o terreno natural, según sea el caso, posteriormente continuará con relleno de la zanja de acuerdo con las especificaciones del proyecto.
- El diámetro mínimo para la red sanitaria es de 30 cm y para las descargas domiciliarias es de 15cm.

## ESQUEMA DEL PROYECTO AUTORIZADO DE LA RED GENERAL DE DRENAJE



## CONDOMINIO LLUVIA



### SIMBOLOGIA

(RED MUNICIPAL) TUBERIA EXISTENTE	(D) LOCALIZACION DE DESCARGA DOMICILIARIA
LÍNEA DE COLECTOR PRINCIPAL DE PVC SERIE 16.5	67.00 - 18 - 30 LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO metros métricas centímetros
TUBERIA RED GENERAL DE PVC SERIE 16.5	COTA DE RASANTE PROFUNDIDAD DE POZO COTA DE ARRASTRE DEL TUBO
CABEZAL DE DESCARGA	SERVIDUMBRE DE PASO
POZO DE VISITA COMUN DE PROYECTO	POZO DE CONCRETO DE PROYECTO PROF. MAYOR A 4.00 MTS.
POZO DE VISITA COMUN CON CAIDA ADOSADA	
TUBERIA DE PROYECTO DE PVC SERIE 16.5	
NUMERO DE POZO	
NUMERO DE POZO PROYECTO	LÍMITE DE PREDIO

### DATOS DEL PREDIO

CLAVE CATASTRAL:  
140100144001001

DICTAMEN DE USO DE SUELO  
No. DE FOLIO: DUS201504380

### DATOS DEL PROYECTO

NUMERO DE LOTES 86 LOTES  
NUM DE HAB / LOTE 5 HAB/LOTE  
POBLACION EN VIVIENDA 430 HAB  
POBLACION PROYECTO 430 HAB  
DOTACION 200 LTS/HAB/DIA  
APORTACION (80%) 160 LTS/HAB/DIA  
SISTEMA SEPARADO  
FORMULAS HARMON Y MANNING  
LONGITUD DE RED 1,078.46 m  
COEF. DE PREVISION 1.50  
COEF. DE HARMON 3.80  
GASTO MINIMO 1.500 lts/seg  
GASTO MEDIO 0.796 lts/seg  
GASTO MAX INSTANTANEO 3.026 lts/seg  
GASTO MAX EXTRAORDINARIO 4.539 lts/seg

### COMISION ESTATAL DE AGUAS

#### REVISO

Ing. Arq. José Flores Vázquez  
Encargado del despacho de la Gerencia de Diseño de Desarrollos Inmobiliarios.

Oficio de Factibilidad  
Condicionada No. VE/1307/2015  
Fecha: 10/AGOSTO/2015

No. de Expediente: OR-006-13-D  
Vigencia de Aprobación:

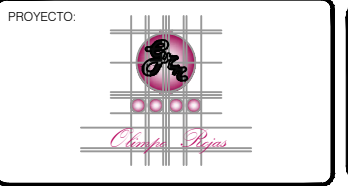
#### APROBO

Ing. Aureo Iván Zepeda Rocha  
Director Divisional de Proyectos de Infraestructura

NOTA: La presente aprobación no significa una autorización para la construcción de la red de agua potable, drenaje sanitario y pluvial. La autorización del proyecto es solamente parte del proceso establecido en el oficio de factibilidad condicionada que se indica.



ALTOZANO, EL NUEVO QUERÉTARO  
Fraccionamiento con Condominios  
UBICACION DEL PREDIO: Fracción B, Fracción C y Fracción Tercera del predio rústico San Pedro y Lote 2 de la Manzana 24 Etapa 5, Fraccionamiento Paseos del Pedregal del Municipio de Querétaro, Qro.  
PROPIETARIO: CREDIX GS SA DE CV SOFOM ENR R.F.C. C59061002/05. E-mail: altozanoargu@credixgs.com 4432321000 ext. 128 Trabajo: 4431814328 Móvil  
DIRECCION: Periférico Paseo de la República 2650 Piso 4 Interior 5 Prados del Campestre, Morelia, Michoacán 58297  
FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL: C.P. Arturo Cevallos Molina



Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera  
GESTRUDIS BODANEGRA 1217 VENTURA PUENTE, MORELIA, MICHOACÁN. e-mail: roxos\_36@yahoo.com TEL.: 4435242247 Oficina  
REPRESENTANTE LEGAL: Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera

Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera

Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera

Sistema: Drenaje Sanitario.

DS-1

Proyecto red de drenaje sanitario  
Coto Lluvia  
M02-L01 (Lluvia, de Etapa I)

Escala: 1:750  
Fecha: Julio 2016

Notas:

- a).- En caso de que los pozos de visita queden a un nivel más alto que la rasante (por faltar c/a de terracería), deberán de aplanarse exteriormente.
- b).- El ángulo para el caso en que se crucen dos líneas de atarjeas o colector, deberá ser de 90º, menor en el sentido del escurrimiento, según el siguiente croquis.

Separación máxima entre pozos de visita	
Diametro de las tuberías	Separación máxima de pozos de visita
De 30 cms. a 61 cms.	60 mts.
De 76 cms. a 122 cms.	125 mts.

EL DRENAJE DEBE SER TOTALMENTE HERMÉTICO CON BASE EN LA NOM -001 - CONAGUA - 2011.

**PLANTA**

Tapa de fo.fo. con diseño de acuerdo a tipo de agua aconducir

Estribos @ 20 cm Var. # 3

4 var. # 3

**CORTE A-A'**

Concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

4 var. # 3

Estribos @ 20 cm Var. # 3

Var Detalle N°1

**DETALLE N° 1**

3 cm.

3 cm.

4 Var. # 3

Brocal

Varilla #3 @ 20 cm

**Planta**

**Vista Superior de la Tapa**

**Vista Inferior de la Tapa**

**ESPECIFICACIONES:**

- Tapa de Hierro Ductil
- GRADO: 65-45-12 (65,000 psi de resistencia a la tensión, 45,000 psi de resistencia a la fluencia y 12% de elongación)
- NORMA: ASTM A536
- PESO: DE TAPA Y BROCAL: 60 a 73 Kg.
- Tapa de Hierro Fundido
- GRADO: 65 (30,000 psi a la ruptura).
- NORMA: ASTM A48
- PESO : DE TAPA Y BROCAL PARA VALIADUD DE 105 A 160 Kg.
- PESO : DE TAPA Y BROCAL PARA BANQUETA DE 105 A 110 Kg.

**LEYENDA:**

- - Alto relieve de 4.00 mm.
- - 6 Barrenos de 1" Ø
- - Texto Arial de 4 cm de altura

PAVIMENTO

H

Profundidad (Altamétrica)

C

Cocción mínimo (Drenaje Sanitario)

40 cm mínimo

De

5 cm mínimo.

0.6 De

b







Sin escala

Relleno compactado al 95% Proctor con material de banco (tepetate) en capas de 20 cm.

Relleno acostillado. Plantilla o cama de material de banco (tepetate) compactado.

Diámetro de la tubería cm.	Ancho b (cm)	Colchón mínimo c (m)		
		vialidad	banqueta	camellón
De 15.0 a 31.5 cm	Diámetro exterior de la tubería más 25 cm a cada lado.	0.80	0.70	0.60
De 35.5 a 107 cm		0.90	0.80	0.70

Cinta plastica de prevencion de la existencia de infraestructura de agua potable, agua recuperada, aguas grises, drenaje sanitario, pluvial y de agua tratada.

LEYENDA	COLOR	COLOR DE CINTA
CEA - LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE TEL (442) 2 11 00 66		AZUL REY
CEA - LINEA DE CONDUCCION DE AGUA RECUPERADA TEL (442) 2 11 00 66		VIOLETA
CEA - LINEA DE ALCANTARILLADO SANITARIO TEL (442) 2 11 00 66		GRIS OSCURO
CEA - LINEA DE ALCANTARILLADO DE AGUAS GRISES TEL (442) 2 11 00 66		GRIS CLARO
CEA - LINEA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL TEL (442) 2 11 00 66		BLANCO
CEA - LINEA DE CONDUCCION DE AGUA TRATADA TEL (442) 2 11 00 66		VERDE

The image contains two technical drawings of a TAPA (cover).

The top drawing, labeled "CORTE" (Cross-section), shows a rectangular cover with a width of 0.75. It features a central rectangular opening with a width of 0.60. The cover is composed of several layers: a top layer (1), a middle layer (2), and a bottom layer (3). The cover is supported by a base (4) and has a height of 0.10. The cover is shown in a cross-section view, with dimensions 0.10, 0.05, and 0.75 indicated. The cover is labeled with numbers 1 through 9. The cover is shown in a cross-section view, with dimensions 0.10, 0.05, and 0.75 indicated. The cover is labeled with numbers 1 through 9.

The bottom drawing, labeled "DETALLE DE TAPA" (Detail of cover), shows a cross-section of the cover at the edge. It shows the cover (1) resting on a base (4). The cover has a width of 0.75 and a height of 0.10. The cover is shown in a cross-section view, with dimensions 0.10, 0.05, and 0.75 indicated. The cover is labeled with numbers 1 through 9. The cover is shown in a cross-section view, with dimensions 0.10, 0.05, and 0.75 indicated. The cover is labeled with numbers 1 through 9.

9.- Losa tapa de concreto  $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$  de 10 cm. de espesor, armada con varilla del # 3 @ 10 cm. en ambos sentidos en un sólo lecho para banquetas, y del # 3 @ 20 cm. para camellones o zonas jardinadas.

Con 6 agujeros de 2" de diámetro para permitir la ventilación y dos jaladeras de hierro redondo de  $\frac{1}{2}$  en sección "C" de 10 x 20 cm, con tuercas y contratuercas para levantar la tapa.

Cuando se presenten registros con ancho mayor a 90cm deberá considerarse la colocación de 4 tapas de fo. o hierro dúctil.

Altura libre (mts.)	Ancho libre (mts.)	Largo libre (mts.)
De 0.90 a 1.20	0.60	0.80
De 1.21 a 1.50	0.60	1.00
De 1.51 a 1.75	0.60	1.10
De 1.75 a 2.00	0.60	1.20

	( RED MUNICIPAL ) TUBERIA EXISTENTE		LOCALIZACION DE DESCARGA DOMICILIARIA
	LINEA DE COLECTOR PRINCIPAL DE PVC SERIE 16.5		
	TUBERIA RED GENERAL DE PVC SERIE 16.5	67.00 - 18 - 30	LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO metros mímimas centímetros
	CABEZAL DE DESCARGA		
	POZO DE VISITA COMUN DE PROYECTO		COTA DE RASANTE PROFUNDIDAD DE POZO COTA DE ARRASTRE DEL TUBO
	POZO DE VISITA COMUN CON CAIDA ADOSADA		
	POZO DE VISITA COMUN CON CAIDA ADOSADA		SERVIDUMBRE DE PASO
	TUBERIA DE PROYECTO DE PVC SERIE 16.5		
			POZO DE CONCRETO DE PROYECTO PROF. MAYOR A 4.00 MTS.
	NUMERO DE POZO		
	NUMERO DE POZO PROYECTO		LIMITE DE PREDIO

DATOS DEL PREDIO	DATOS DEL PROYECTO
CLAVE CATASTRAL: 401001144001001	NUMERO DE LOTES 86 LOTES NUM DE HAB/ LOTE 5 HAB/LOTE
	POBLACION EN VIVIENDA 490 HAB
	POBLACION PROYECTO 430 HAB
DICTAMEN DE USO DE SUELO	DOTACION 200 LTS/HAB/DIA
No. DE FOLIO: DUS201504380	APORTACION (80%) 160 LTS/HAB/DIA
	SISTEMA SEPARADO
	FORMULAS HARMONY Y MANNING
	LONGITUD DE TREN 1,078.46 m
	COEF. DE PREVISION 1.50
	COEF. DE HARMON 3.80
	GASTO MINIMO 1,500 lts/seg
	GASTO MEDIO 0,796 lts/seg
	GASTO MAX INSTANTANEO 3,026 lts/seg
	GASTO MAX EXTRAORDINARIO 4,539 lts/seg

<p>REVISO</p> <p>Ing. Arq. José Flores Vázquez</p> <p>Encargado del despacho de la Gerencia de Diseño de Desarrollos Inmobiliarios.</p> <p>APROBO</p>	<p>Oficio de Factibilidad</p> <p>Condicionada No. <u>VE/1307/2015</u></p> <p>Fecha: <u>10/AGOSTO/2015</u></p> <p>No. de Expediente: <u>OR-006-13-D</u></p> <p>Vigencia de</p> <p>Aprobación: _____</p>
<p>Ing. Aureo Iván Zepeda Rocha</p> <p>Director Divisional de Proyectos de Infraestructura</p>	
<p>NOTA: La presente aprobación no significa una autorización para la conexión de la red de agua potable, drenaje sanitario y pluvial. La autorización del proyecto es solamente parte del proceso estipulado en el oficio de factibilidad condicionada que se indica.</p>	

	<p>FRACCIONAMIENTO: <b>ALTOZANO, EL NUEVO QUERÉTARO</b></p> <p>TIPO DE FREGAMENTO: <b>Fraccionamiento con Condominios</b></p> <p>UBICACIÓN DEL PIEDO: <b>Fracción B, Fracción C y Fracción tercera del predio rústico San Pedro y Lote de la Manzana 24 Etapa 5, Fraccionamiento Pasos del Pedregal del Municipio de Querétaro, C</b></p> <p>PROPIETARIO: <b>CREDIX GS SA DE CV SOFOM ENR</b>  <b>P.F.C.: C35001002.035 E-mail: alberto.angulo@credixgs.com</b>  <b>4432321000 ext. 123 Trabajo, 4431814328 Móvil</b></p> <p>DIRECCIÓN: <b>Periférico Paseo de la República 2650 Piso 4 Interior 5</b>  <b>Prados del Campestre, Morelia, Michoacán 58297</b></p> <p>FIRMA DEL REPRESENTANTE LEGAL: <b>C. P. Arturo Cevallos Molina</b></p>	
	<p>Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera</p> <p>GESTRUDIS BOCANEGRA 1217, VENTURA PUENTE, MORELIA, MICHOACÁN.  e-mail: roro068_92@yahoo.com TEL.: 443324227 Oficina</p> <p>REPRESENTANTE LEGAL: Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera</p>	
<p>PROYECTO</p> <p>Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera</p> <p>OBJETO:</p> <p>Ing. Olimpo Gabriel Rojas Rivera</p>		
<p><b>Sistema: Drenaje Sanitario.</b></p>		<p><b>DS-2</b></p>
<p><b>Detalles constructivos</b></p> <p><b>Coto Lluvia</b></p> <p><b>M02-L01 (Lluvia, de Etapa I)</b></p>		<p>Acotaciones</p> <p>METROS</p> <p>Escala</p> <p>1:750</p> <p>Fecha</p> <p>Julio 2016</p>