



UNIVERSIDAD
DON VASCO, A.C.

UNIVERSIDAD DON VASCO, A.C.

Incorporación No. 8727-15

A la Universidad Nacional Autónoma de México.

Escuela de Ingeniería Civil

**DISEÑO DEL SISTEMA DE LA RED GENERAL DE DRENAJE
SANITARIO DE LA LOCALIDAD DE SAN LORENZO, MICH.**

Tesis

que para obtener el título de

Ingeniero Civil

presenta:

Ricardo Montelongo Medina.

Asesor: I.C. Guillermo Navarrete Calderón.

Uruapan, Michoacán, Marzo del 2010.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:

Primeramente que nada doy gracias a Dios por darme la vida y también las fuerzas para salir adelante, por dejarme terminar mis estudios, mi tesis profesional y por darme la dicha de tener a mi lado a todos mis seres queridos.

A MIS PADRES:

Gracias a mis padres, Ricardo Montelongo Mora y María Rosario Medina, por todo su apoyo, cariño, amor, comprensión, su ayuda económica, por el buen ejemplo que me han enseñado en el transcurso de mi vida y por todos sus esfuerzos diarios para sacar adelante a sus hijos y que hasta la fecha lo han seguido haciendo. Gracias por estar a mi lado en todo momento, los quiero demasiado.

A MI HIJO Y A MI HERMANO:

Gracias por todo el apoyo y cariño que me han brindado, por haberme dado una alegría en mi existencia, de tenerlos a mi lado y por haberme dado la oportunidad de valorar cada momento de mi vida.

A MI ESPOSA:

Cristina, faltan las palabras para agradecer tu amor, cariño y comprensión, gracias por estar a mi lado siempre, te amo.

A MI TÍA:

A mi tía, Rosalba Galván, por todo el apoyo incondicional que nos brindó y que hasta la fecha lo ha seguido haciendo.

AL ING. ANASTACIO BLANCO SIMIANO; DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL.

Por las enseñanzas que nos brindó y el apoyo durante el período de la carrera.

ÍNDICE

Introducción	
Antecedentes- - - - -	1
Planteamiento del problema- - - - -	4
Objetivos- - - - -	4
Pregunta de investigación- - - - -	5
Justificación- - - - -	5
Marco de referencia- - - - -	7
Capítulo 1. Características generales de la red de alcantarillado sanitario.	
1.1. Población de proyecto y métodos para obtener población futura.- - - - -	9
1.1.1. Método de Crecimiento por Comparación.- - - - -	10
1.1.2. Método de Mínimos Cuadrados.- - - - -	11
1.2. Periodo de Diseño.- - - - -	15
1.2.1. Vida Útil.- - - - -	16
1.3. Consumo de agua potable.- - - - -	16
1.3.1.- Pérdidas físicas.- - - - -	17
1.3.2.- Dotación.- - - - -	18
1.4. Alcantarillado sanitario.- - - - -	18
1.4.1. Aportación de aguas residuales.- - - - -	18
1.4.2. Gastos para realizar el diseño.- - - - -	19

1.4.3. Gasto medio.-	19
1.4.4 Gasto mínimo.-	20
1.4.5. Gasto máximo instantáneo. -	21
1.4.6. Gasto máximo extraordinario. -	22
1.4.7. Variables hidráulicas permisibles. -	23
1.4.8. Pérdidas de carga por fricción.-	26
1.5. Zanjas para instalación de tuberías.-	28
1.6. Partes de un alcantarillado.-	31
1.6.1. Red y modelos de configuración de atarjeas.-	32

Capítulo 2. Componentes de un sistema de alcantarillado.

2.1. Tuberías.-	36
2.1.1. Características de las tuberías.-	36
2.1.2. Tuberías de concreto simple (CS) y reforzado (CR) con junta hermética.-	37
2.1.3. Tubería de fibrocemento (FC).-	39
2.1.4. Tubería de poli (cloruro de vinilo) (PVC).-	41
2.1.5. Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD).-	43
2.1.6 Tubería de acero.-	45
2.2 Descarga domiciliaria.-	46
2.2.1 Tipos de conexiones del albañal a la atarjea.-	47
2.3 Pozos de visita.-	51
2.3.1 Pozos de visita construidos en el lugar.-	52
2.3.1.1 Pozos Comunes y pozos especiales.-	54

2.3.1.2 Pozos caja. - - - - -	56
2.3.1.3 Pozos caja de unión. - - - - -	57
2.3.1.4. Pozos caja de deflexión. - - - - -	58
2.4. Pozos prefabricados. - - - - -	59
2.4.1. Pozos de fibrocemento tipo integral. - - - - -	59
2.4.2. Pozos de concreto. - - - - -	61
2.5. Estructuras de caída. - - - - -	62
2.6. Sifones invertidos. - - - - -	63
2.7. Cruces elevados. - - - - -	64
2.8. Cruces subterráneos con carreteras y vías de ferrocarril. - - - - -	64
2.9. Cruces subterráneos con ríos, arroyos o canales.- - - - -	65
2.10. Estaciones de bombeo. - - - - -	66

Capítulo 3. Características generales del lugar, donde se lleva a cabo la investigación.

3.1 Localización. - - - - -	67
3.1.1.- Macrolocalización. - - - - -	67
3.1.2 Mezolocalización (estado). - - - - -	69
3.1.3 Microlocalización. - - - - -	70
3.2.- Generalidades del lugar del proyecto. - - - - -	71
3.3 Alcance del proyecto. - - - - -	72
3.4 Resumen ejecutivo. - - - - -	72
3.5. Informe Fotográfico. - - - - -	73

3.6 Alternativas de solución. - - - - -	76
---	----

Capítulo 4. Metodología y análisis de resultados.

4.1. Método empleado. - - - - -	77
---------------------------------	----

4.2. Enfoque de la investigación. - - - - -	78
---	----

4.2.1. Alcance. - - - - -	79
---------------------------	----

4.3. Diseño de la investigación. - - - - -	79
--	----

4.3.1. Investigación Transeccional o Transversal. - - - - -	80
---	----

4.4. Instrumentos de recopilación de datos. - - - - -	80
---	----

4.5. Descripción del Procedimiento de Investigación. - - - - -	83
--	----

4.6.- Análisis de resultados. - - - - -	84
---	----

4.6.1.- Memoria descriptiva. - - - - -	84
--	----

4.6.2.- Cálculos. - - - - -	85
-----------------------------	----

Conclusiones. - - - - -	102
-------------------------	-----

Bibliografía. - - - - -	105
-------------------------	-----

Anexos.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Se sabe que el agua es un líquido indispensable para la vida del hombre, por lo cual, se dio la necesidad de llevar el agua hasta los asentamientos urbanos, esto, creando redes de agua potable, con la finalidad de satisfacer las necesidades básicas de consumo, como pueden ser: en la alimentación, la higiene, riego, fines industriales, entre otras más; sin embargo, a pesar de la importancia que tiene el agua en las actividades del hombre, surge la necesidad del desalojo de esta, después de su utilización, puesto el crecimiento poblacional, y el excesivo uso del mencionado líquido, ocasiona el aumento del volumen de desechos producidos, es decir, existe una combinación de los desechos líquidos procedentes de viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan agregarse a las anteriores y si se dejan estancar, la descomposición de la materia orgánica que contienen puede dar lugar a la producción de grandes cantidades de gases pestilentes.

De acuerdo a lo anterior, con el paso del tiempo, se vio la necesidad de crear a lo que hoy se le llama, la red de alcantarillado, o mejor conocido como “drenaje sanitario”, lo cual, puede ser definido como, el sistema de estructuras y tuberías usadas para la evacuación de aguas residuales. Esta agua puede ser albañales (alcantarillado sanitario), o aguas de lluvia (alcantarillado pluvial) desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se disponen o tratan. Las redes de alcantarillado son estructuras hidráulicas que funcionan a presión atmosférica. Sólo muy

raramente, y por tramos breves, están constituidos por tuberías que trabajan bajo presión. Normalmente son canales de sección circular, oval, o compuesta, enterrados la mayoría de las veces bajo las vías públicas; sin embargo, las redes de alcantarillado se originan desde los primeros asentamientos humanos. La concentración demográfica fue razón para la construcción de estructuras que facilitaran el drenaje de aguas de lluvias, por ejemplo, el Imperio Romano, los sistemas de alcantarillados fueron diseñados para drenar exclusivamente aguas pluviales, habiendo resuelto el problema de evacuación de aguas pluviales, el alto índice de enfermedades a nivel mundial durante el siglo XIX hizo que el hombre necesitara deshacerse de las aguas residuales y residuos sólidos de las ciudades. Este fue el comienzo de la utilización de sistemas de alcantarillados como alternativa de drenaje de aguas y sólidos residuales.

Para efecto de esta investigación, se retomaron las siguientes tesis, las cuales complementarían el tema en estudio.

El tesista Pavel Salvador Rincón, en su investigación sobre “Optimización de una red de drenaje con canales en una planicie de inundación, aplicando la modelación matemática”, creada en mayo 2007; se encuentra la siguiente información; “El objetivo principal de este trabajo es plantear la utilización de técnicas sofisticadas y bastos conocimientos en ingeniería civil, que permitan cooperar en la medida de lo posible en la solución del problema de las inundaciones, las cuales están apoyadas en el manejo y aplicación apropiada de métodos numéricos, englobados en modelos matemáticos que permiten conocer de forma integral el

comportamiento de los escurrimientos en una región, compuesta por una diversidad de estructuras hidráulicas.”

Planteamiento del problema.

Actualmente la localidad de San Lorenzo, Mich, no cuenta con un sistema de alcantarillado para desalojar las descargas domiciliarias de aguas negras, y de acuerdo a ello se debe diseñar una red, tomando en cuenta algunas características; tales como, la población de proyecto, crecimiento poblacional, la vida útil, topografía, el gasto máximo extraordinario, velocidades máximas y mínimas, entre otras.

Por lo tanto, el problema que aquí nos ocupa es el de las descargas de deshechos líquidos utilizados en las diferentes actividades; siendo de otra manera, si las características mencionadas anteriormente no son cumplidas, con el paso del tiempo se verá afectada la población, puesto que se crea un proyecto ineficiente, no cumpliendo con la demanda de esta. Aunado a esto, habrá pérdidas económicas para el usuario y municipio. Cabe señalar que los afectados están consientes de la problemática, para ello, cabe mencionar, que las autoridades de dicha población, se están informando de las especificaciones que se requieren para que su comunidad cuente con este servicio básico.

Objetivos:

En el presente trabajo de investigación se plantea como propósito principal el siguiente:

Objetivo general:

Diseñar el proyecto de la red general de drenaje sanitario en la localidad de San Lorenzo, Mich.

Así mismo, a continuación se muestran los objetivos específicos que han de lograrse con este trabajo.

Objetivos específicos:

- 1.-Conocer los aspectos sociodemográficos de la población en estudio.
- 2.-Definir conceptualmente que es un sistema de drenaje sanitario.
- 3.-Establecer los elementos que conforman un sistema de drenaje sanitario, así como los factores que determinan e intervienen para la realización del mismo.
- 4.-Realizar el diseño y cálculo de la red de drenaje sanitario de acuerdo a las características de la comunidad.

Pregunta de investigación.

Ante la problemática anteriormente descrita, se plantea la siguiente pregunta, con la finalidad de dar respuesta a la investigación.

¿Cuál es el diseño de drenaje sanitario que mejor se adecua a las necesidades de la comunidad de San Lorenzo, en términos, económicos, técnicos y funcionales?

Justificación.

Debe considerarse que la parte fundamental, para que una red de alcantarillado funcione de manera adecuada debe cumplir con diferentes características como son normas y reglamentos establecidos por la Comisión

Nacional del Agua (CNA); sin embargo la localidad de San Lorenzo no ha sido intervenida para realizar algún diseño de drenaje sanitario; es por ello la importancia de realizar el estudio sobre este tema ya que se darán a conocer las diferentes normas, especificaciones técnicas y cálculos que maneja la CNA para obtener proyectos seguros, económicos y eficientes para satisfacer las necesidades de la población, ya que de lo contrario, se obtienen obras inadecuadas que no satisfacen las necesidades de la localidad, además, la población en estudio, se verá directamente beneficiada puesto que se realizara el diseño para ,mejorar sus condiciones de vida.

En general esta investigación tiene aportes a la Ingeniería Civil, a la comunidad estudiantil, muy especial al investigador y a todos aquellos interesados en conocer el proceso que se lleva a cabo para el diseño de una red de drenaje sanitario.

Marco de referencia.

La presente investigación se enfoca en la localidad de San Lorenzo, la cual se encuentra situada en el Municipio de Uruapan, Michoacán y se localiza a 16 kms. de la cabecera municipal.

La principal actividad económica de esta región es la venta de madera, la cual es importada de las comunidades vecinas, como son Carapan y Ocumicho, la cual es transformada en muebles y son destinados para el comercio; otra de las actividades fuertes de esta comunidad es la siembra de maíz, y aguacate.

Los servicios con los que cuentan son muy escasos, puesto que no cuentan con drenaje, ni agua, únicamente tienen luz.

El agua anteriormente era traída del predio “Los Rosales”, sin embargo, actualmente, se abastecen de agua por medio de pipas que llegan hasta sus hogares para ser depositadas en tambos, o aljibes, que muy pocos tienen.

CAPÍTULO 1

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El presente capítulo se basa en los lineamientos técnicos para la elaboración de estudios y proyectos de agua potable y alcantarillado sanitario, descritos en el manual de la Comisión Nacional del Agua.

De acuerdo con la CNA para la realización de un proyecto de drenaje sanitario es de gran importancia conocer los Datos Básicos, esto es realizar un estudio general detallado de la zona, con la finalidad de recopilar información; que servirá para conocer la población existente, clase socioeconómica (popular, media o residencial), las diferentes actividades que desempeñan en dicha zona y su vez para clasificarlas en: zonas industriales, comerciales o de servicios públicos, como también conocer los diferentes servicios en funcionamiento con los que cuenta la zona mencionando las características existente (deficiencias, sustituciones, rehabilitaciones mantenimientos , entre otras mas.); con esta información se deben plantear las diferentes alternativas que den solución a cada caso en particular, esto sin dejar a un lado el crecimiento de la población, como también las demandas futuras de desarrollo urbano, entre otras más. Esto con la finalidad de no realizar diseños sobredimensionados o escasos, ocasionando un mal funcionamiento e inversiones inadecuadas.

1.1 Población de proyecto y métodos para obtener población futura.

Para poder realizar el diseño es necesario conocer la población de proyecto, para ello se debe recopilar información acerca de la población actual, esta se puede conocer tomando en cuenta por lo menos los últimos tres censos realizados por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática), como también por medio de la CFE (Comisión Nacional de Electricidad) ya que conociendo el número de predios que cuenten con dicho servicio se puede considerar un índice de hacinamiento aproximado a 3.5 habitantes por vivienda.

Por ello la población de proyecto se considera como la cantidad de usuarios que se tendrá en el lugar de estudio al final del periodo de diseño; esta información se obtiene por medio de la tasa de crecimiento anual, datos realizados anteriormente como son los censos poblacionales, desarrollo urbanos a futuro, características migratorias, nacimientos, muertes, entre otras más, todo esto con la finalidad de conocer cual será la demanda a servir para poder dimensionar el proyecto.

En base a lo anterior, la población de proyecto se puede conocer por medio de diferentes métodos como son: proporción aritmética, proporción geométrica, método gráfico, de incrementos diferenciales, de incremento general de la población, de crecimiento por comparación y de ajuste por mínimos cuadrados; siendo de mayor confiabilidad los dos últimos mencionados.

1.1.1 Método de crecimiento por comparación.

Este método tiene como finalidad, cerciorar la tendencia del crecimiento histórico de la población estudiada contra el de otras ciudades con mayor número de habitantes, similares desde el punto de vista socioeconómico, y adoptar la tasa media de crecimiento de ellas.

Los factores que deben considerarse para determinar la similitud son: proximidad geográfica, actividad económica, porcentajes de población de cada nivel socioeconómico, clima costumbres, entre otros.

Para determinar la tasa de crecimiento de población entre dos datos de censos dados o bien para el año “ t_{i+1} ”, se utiliza la ecuación siguiente:

$$i = \left[\left(\frac{P_{i+1}}{P_i} \right)^{1/t} - 1 \right] 100 \quad (1)$$

Donde:

i = Tasa de crecimiento en el periodo $t_i - t_{i+1}$

P_{i+1} = Población en el año t_{i+1}

P_i = Población en el año t_i

t = Numero de años entre la población P_{i+1} y la población P_i

1.1.2 Método de mínimos cuadrados.

Este procedimiento consiste en calcular la población de proyecto a partir de un ajuste de los resultados de los censos en años anteriores, a una recta o una curva, de tal modo que los puntos pertenecientes a éstas, difieran lo menos posible de los datos observados.

Para determinar la población de proyecto, será necesario considerar el modelo matemático que mejor represente el comportamiento de los datos de los censos históricos de población (lineal, exponencial, logarítmica o potencial), obteniendo a las constantes “ a “ y “ b “ que se conocen como coeficientes de la regresión.

Existe un parámetro que sirva para determinar que tan acertada fue la elección de la curva o recta de ajuste a los datos de los censos. Este se denomina coeficiente de correlación “ r “, su rango de variación es de -1 a +1 y conforme su valor absoluto se acerque más a 1 el ajuste del modelo a los datos será mayor.

A continuación se presentan varios modelos de ajuste donde se definirán las expresiones para el cálculo de los coeficientes “ a “ , “ b “ y “ r “.

$$P = a + b t \quad (2)$$

Para determinar los valores de “ a “ y “ b “ se utilizan las ecuaciones siguientes

$$a = \frac{\sum P_i - b \sum t_i}{N} \quad (3)$$

$$b = \frac{N \sum t_i P_i - \sum t_i \sum P_i}{N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2} \quad (4)$$

Donde:

N = Número de total de datos

$\sum t_i$ = Suma de los años con información

$\sum P_i$ = Suma del numero de habitantes

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste lineal, se calcula la población para cualquier años futuro, sustituyendo el valor del tiempo, " t " .

El coeficiente de correlación " r " para el ajuste lineal se calcula como sigue:

$$r = \frac{N \sum t_i P_i - \sum t_i \sum P_i}{\sqrt{\left[N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2 \right] \left[N \sum P_i^2 - (\sum P_i)^2 \right]}} \quad (5)$$

Ajuste No-Lineal

Cuando los datos de los censos históricos de población, se conformen más bien a una curva, en lugar de una recta, se pueden ajustar estos datos a una curva exponencial, una logarítmica o una potencial, las cuales se tratan a continuación.

a) Ajuste Exponencial.

La expresión general está dada por:

$$P = ae^{bt} \quad (6)$$

Donde a y b son las constantes que se obtienen mediante las ecuaciones:

(7)

$$a = e^{\left(\frac{\sum \ln P_i - b \sum t_i}{N} \right)}$$

(8)

$$b = \frac{N \sum t_i \ln P_i - \sum t_i \sum \ln P_i}{N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2}$$

Donde:

ln = Logaritmo natural

Los valores de las sumatorias se obtienen de manera similar a las del ajuste lineal. Y sustituyendo el valor “t” deseado se predice la población futura.

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste exponencial, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo “t” en la ecuación 6.

El coeficiente de correlación para este modelo se calcula con:

(9)

$$= \frac{N \sum t_i (\ln P_i) - \sum t_i \sum \ln P_i}{\sqrt{\left[N \sum t_i^2 - (\sum t_i)^2 \right] \left[N \sum (\ln P_i)^2 - (\sum \ln P_i)^2 \right]}}$$

b) Ajuste logarítmico.

Este modelo tiene la expresión general:

$$P=a+b(\ln t) \quad (10)$$

Y la solución de los coeficientes “a” y “b” se obtienen como:

$$a = \frac{\sum P_i - b \sum \ln t_i}{N} \quad (11)$$

$$b = \frac{N \sum \ln t_i P_i - \sum \ln t_i \sum P_i}{N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2} \quad (12)$$

Una vez obtenido el comportamiento histórico de los datos censales mediante el ajuste logarítmico, se calcula la población para cualquier año futuro, sustituyendo el valor del tiempo “t” en la ecuación 10.

El coeficiente de correlación está dado por:

$$r = \frac{N \sum (\ln t_i) P_i - \sum \ln t_i \sum P_i}{\sqrt{\left[N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2 \right] \left[N \sum P_i^2 - (\sum P_i)^2 \right]}} \quad (13)$$

c) Ajuste Potencial.

La expresión general esta dada por:

$$P=at^b \quad (14)$$

La solución de los coeficientes “a” y “b” se obtiene como sigue:

$$a = e^{\left(\frac{\sum \ln P_i - b \sum \ln T_i}{N} \right)} \quad (15)$$

$$b = \frac{N \sum (\ln t_i) (\ln P_i) - \sum \ln t_i \sum \ln P_i}{N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2} \quad (16)$$

$$r = \sqrt{\frac{N \sum (\ln t_i)(\ln P_i) - \sum \ln t_i \sum P_i}{\left[N \sum (\ln t_i)^2 - (\sum \ln t_i)^2 \right] N \sum (\ln P_i)^2 - (\sum \ln P_i)^2}} \quad (17)$$

1.2 Periodo de diseño.

El período de diseño se refiere al tiempo desde el inicio del servicio del sistema de una obra determinada que prestará con eficiencia el servicio, hasta que por falta de capacidad o desuso sobrepasan las condiciones establecidas en el proyecto. El periodo de diseño se encuentra en función del numero de horas de trabajo; sin embargo, para establecer el periodo de diseño es recomendable considerar ciertas características como es la vida útil de la estructura a implementar como es el desgaste y obsolescencia, la facilidad o dificultad de ampliación de obras, el desarrollo futuro de las actividades de la población (industriales o comerciales), el comportamiento de la obra en periodos iniciales cuando los caudales son inferiores a los de los años de diseño.

1.2.1 Vida útil.

La vida útil debe ser mayor que el periodo de diseño, el cual se encuentra en función de los materiales que conforman la red, como también de la operación, mantenimiento y calidad del agua que se empleará en el sistema efectuado.

La vida útil se considera como el lapso de tiempo en el cual la obra tendrá un funcionamiento para el cual fue diseñado, esto sin tener gastos elevados de mantenimiento y de operación, ya que de lo contrario la utilización del proyecto sería antieconómico o insuficiente a la demanda ocasionando ser eliminada.

1.3 Consumo de agua potable.

El consumo de agua potable se establece de acuerdo a los diferentes usuarios (consumo doméstico y consumo no doméstico), el cual se refiere a la cantidad de agua suministrada a la población, sin considerar las pérdidas en el sistema (fugas de agua), esto para satisfacer las necesidades vitales e higiene personal, o para las diversas actividades.

Las unidades manejadas para expresar el consumo son las siguientes: m³/día, l/día o l/hab./día.

De acuerdo a lo anterior el consumo doméstico es el agua empleada en las diferentes actividades de las viviendas; este se encuentra en función del clima (calido, semicalido y templado), como también de la clase socioeconómica, el cual se clasifica en residencial, medio y popular.

Mientras que el consumo no domestico se subdivide en: **comercial, industrial y servicios públicos.**

El consumo comercial se refiere a los establecimientos donde se localizan comercios y servicios en el cual las personas no habitan en estos.

Por otro lado el consumo industrial es el agua destinada a las empresas, hoteles, fábricas; el cual se clasifica de acuerdo a la actividad implementada en: *Industrial de producción* e *Industrial de servicios*; el primero se refiere al tipo de actividad económica, y el segundo comprende los comercios como los hoteles.

Mientras que el consumo de servicios públicos se refiere al agua destinada a las diferentes zonas que prestan servicios como son de seguridad, recreación, educación, limpieza, riego de áreas verdes, fuentes entre otras más.

1.3.1 Pérdidas físicas.

“Las pérdidas físicas se refieren al agua que se escapa por fugas en líneas de conducción, tanques, red de distribución, y tomas domiciliarias.

Establece tomar un porcentaje del orden del 40% a 60% del volumen suministrado de agua potable como perdidas, por otro lado, se ha definido que estas pérdidas se determinan a partir de muestreos de inspección y aforo (fugas en tomas domiciliarias); de medición en sectores controlados, llamados distritos hidrométricos (fugas en tuberías principales y secundarias y pérdidas en tomas clandestinas); y de verificación de un grupo de micro medidores domiciliarios (pérdidas por mala medición).” (CNA, Estudios básicos, 1994: 13).

Como señala la CNA, la fórmula para determinar el volumen diario de pérdidas físicas es la siguiente.

$$V_p = V_{fr} + V_{ft}$$

Donde:

V_p = Volumen de pérdidas, en m^3

V_{fr} = Volumen de fugas en red, en m^3

V_{ft} = Volumen de fugas en tomas domiciliarias, en m^3

1.3.2 Dotación.

La CNA (1994), se refiere al concepto de dotación como la cantidad de agua potable suministrada para cada habitante por día (l/hab./día), tomando en cuenta las pérdidas físicas y los consumos en el trayecto de la línea.

Se obtiene de la suma total de los consumos y pérdidas físicas de la red dividida entre el número total de habitantes de la población en estudio.

1.4 Alcantarillado sanitario.

1.4.1 Aportación de aguas residuales.

En base a lo señalado por la CNA; la aportación de aguas residuales se considera como el volumen de aguas generadas del sistema de abastecimiento de agua potable, esto después de su utilización en las diferentes actividades de la población, para posteriormente ser descargadas en la red de alcantarillado. Se establece como aportación de aguas residuales el 75% de la dotación de agua potable, considerando que el 25% restante es consumido o utilizado en actividades

como son riego de jardines, limpieza de viviendas, perdidas u otras por lo que no son descargadas a la red de drenaje.

1.4.2 Gastos para realizar el diseño.

En el manual de la CNA, se establecen los siguientes gastos para la realización del diseño de la red de drenaje sanitario.

1.4.3 Gasto medio.

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

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

$$Q_{MED} = \frac{A_P P}{86,400}$$

Donde:

Q_{MED} = Gasto medio de aguas negras en l/s.

A_P = Aportación de aguas negras en l/hab./día.

P = Población, en numero de habitantes.

86,400 = segundos /día.

1.4.4 Gasto mínimo.

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

$$Q_{\min} = 0.5Q_{\text{MED}}$$

En la siguiente tabla se muestran valores del gasto mínimo que también pueden ser usados en el diseño de atarjeas. Se observa que el límite inferior es de 1.5 l/s, lo que significa que en tramos iniciales de redes de alcantarillado, se debe usar este valor en el diseño cuando resulten gastos mínimos menores a 1.5 l/s.

Tabla 1

Gasto mínimo de aguas residuales					
Diámetro (cm)	No. Descargas simultáneas	Excusado de 16 litros		Excusado de 8 litros	
		Aportación por descarga (l/s)	Gasto mínimo Aguas Negras (l/s)	Aportación por descarga (l/s)	Gasto mínimo Aguas negras (l/s)
20	1	1.5	1.5	1.0	1.0
25	1	1.5	1.5	1.0	1.0
30	2	1.5	3.0	1.0	2.0
38	2	1.5	3.0	1.0	2.0
46	3	1.5	4.5	1.0	3.0
61	5	1.5	7.5	1.0	5.0
76	8	1.5	12.0	1.0	8.0
91	12	1.5	18.0	1.0	12.0

Es conveniente mencionar, que 1.5 l/s es el gasto que genera la descarga de un excusado con tanque de 16 litros (excusado tradicional). Sin embargo, actualmente existe una tendencia a la implantación de muebles de bajo consumo, que utilizan solamente 6 litros y que arrojan un gasto promedio de 1.0 l/s, por lo que se podrá utilizar este último valor en algunos tramos iniciales de la red, siempre y cuando se asegure que en dichos tramos existen este tipo de aparatos.

1.4.5 Gasto máximo instantáneo.

El gasto máximo instantáneo es el valor máximo de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este gasto se consideran criterios ajenos a las condiciones socioeconómicas de cada lugar.

El gasto máximo instantáneo se obtiene a partir del coeficiente de Harmon (M):

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

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

Este coeficiente de variación máxima instantánea, se aplica considerando que:

En tramos con una población acumulada a los 1,000 habitantes, el coeficiente M es constante e igual a 3.8.

Para una población acumulada mayor que 63,454 el coeficiente M se considera constante e igual a 2.17, es decir, se acepta que su valor a partir de esa cantidad de habitantes, no sigue la Ley de variación establecida por Harmon.

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

Así, la expresión para el cálculo del gasto máximo instantáneo es:

$$Q_{\text{Minst}} = MQ_{\text{MED}}$$

Donde:

Q_{Minst} = Gasto máximo instantáneo, en l/s.

M = Coeficiente de Harmon o de variación máxima instantánea.

1.4.6 Gasto máximo extraordinario.

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

En función de este gasto se determina el diámetro adecuado de los conductos, ya que brinda un margen de seguridad para prever los excesos en las aportaciones que pueda recibir la red, bajo esas circunstancias.

En los casos en que se diseña un sistema nuevo apegado a un plan de desarrollo urbano, que impida un crecimiento desordenado y se prevea que no

existan aportaciones pluviales de los predios vecinos, ya que estas serán manejadas por un sistema de drenaje pluvial por separado, el coeficiente de seguridad será 1.

En los casos de en que se diseñe la ampliación de un sistema existente de tipo combinado, previendo las aportaciones extraordinarias de origen pluvial, se podrá usar un coeficiente de seguridad de 1.5.

La expresión para el cálculo del gasto máximo extraordinario resulta:

$$Q_{\text{Maxt}} = CSQ_{\text{Minst}}$$

Donde:

Q_{Maxt} = Gasto máximo extraordinario, en l/s.

CS = Coeficiente de seguridad.

1.4.7 Variables hidráulicas permisibles.

Como lo establece el manual de la CNA, las variables permisibles son: velocidades (mínima y máxima), pendientes y diámetros.

a) Velocidades. Las velocidades dependen de las características de los materiales de los ductos a utilizar, como de los fenómenos transitorios.

La velocidad mínima permisible se debe tomar de .3 m/s, esto es considerando el gasto mínimo de aguas residuales, dicha velocidad tiene como finalidad resolver el problema de taponamientos y azolves, haciendo fluir los

desechos en la red; ya que de lo contrario se presentarían partículas suspendidas ocasionando complicaciones. Con dicha velocidad es necesario considerar la pendiente, ya que cuando estas son fuertes, se deberá tomar un tirante mínimo de 1.0cm, por lo contrario, en pendiente normales se optara por tomar un tirante de 1.5 cm.

Ahora bien, la velocidad máxima se encuentra en función del material a utilizar; ya que la finalidad de dicha velocidad es no ocasionar desgaste en las paredes del conducto. Para su revisión se utiliza el gasto máximo extraordinario y se consideran los siguientes valores, retomados del autor Caballero García, en su tesis sobre sistema de agua potable para la colonia La Santa Cruz, (2001):

Tabla 2

Velocidades máxima y mínima permisible en tuberías		
MATERIAL DE LA TUBERIA	VELOCIDAD (m/s)	
	MAXIMA	MINIMA
Concreto simple hasta 45 cm. de diámetro	3.00	0.30
Concreto reforzado de 60 cm. De diámetro o mayores.	3.50	0.30
Concreto presforzado	3.50	0.30
Acero con revestimiento	5.00	0.30
Acero sin revestimiento	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Asbesto cemento	5.00	0.30
Fierro fundido	5.00	0.30
Hierro dúctil	5.00	0.30
Polietileno de alta densidad	5.00	0.30
PVC (policloruro de vinilo)	5.00	0.30

Nota: La velocidad máxima es considerando que se han resuelto los problemas asociados a fenómenos transitorios.

b) Pendientes.

“El objeto de limitar los valores de pendientes es evitar, hasta donde sea posible, el azolve y la construcción de estructuras de caída libre que además de encarecer notablemente las obras, propician la producción de sulfuro de hidrógeno, gas muy tóxico, que destruye el concreto de los conductos cuando son de este material, y aumenta los malos olores de las aguas negras, propiciando la contaminación ambiental.” (CNA estudios básicos, 1994; 40)

En base al manual de la CNA, en el caso de las pendientes es necesario considerar las velocidades máximas y mínimas mencionadas anteriormente, como también el perfil del terreno existente, esto con la finalidad de realizar excavaciones mínimas. Mientras que en terrenos que presenten pendientes exaltadas se deberá considerar el tipo de material a utilizar con la finalidad de diseñar con velocidades mayores a las mencionadas anteriormente, esto es en casos extraordinarios y en distancias pequeñas velocidades de hasta 8 m/s.

c) Diámetros (máximo y mínimo).

“En cualquier caso, la selección del diámetro depende de las velocidades permisibles, aprovechando al máximo la capacidad hidráulica del tubo trabajando a superficie libre” (CNA estudios básicos, 1994; 40)

En base a lo anterior es recomendable considerar el diámetro mínimo el cual permitirá el buen funcionamiento de la red, esto evitando obstrucciones en lo mayor posible de 20 cm. Mientras que el diámetro máximo dependerá del gasto máximo extraordinario de diseño, mecánica de suelos de la zona, del diámetro comercial disponible, la topografía de la localidad y tipo de material a implementar.

1.4.8 Pérdidas de carga por fricción.

Los cálculos presentados a continuación se retoman del manual de la CNA, los cuales son necesarios para calcular la velocidad en el diseño de una red de alcantarillado; por lo tanto es necesario implementar la fórmula de Manning, ya que esta es la que mejor representa el comportamiento de dicha red, esto es, flujo a superficie libre. Dicha fórmula se presenta a continuación.

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

Donde:

V = Velocidad en m/s.

r_h = Radio Hidráulico, en m.

n = Coeficiente de "fricción", adimensional.

El radio hidráulico se obtiene de la siguiente manera:

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

Donde:

A = Área transversal del fluo, en m².

P_m = Perímetro mojado, en m.

Las características internas del material a utilizar está considerado en la fórmula de Manning por el coeficiente “n”, el cual se encuentra en función de las características internas de la tubería a implementar, esto se refiere a la calidad de acabados, tipo y estado de la tubería, a continuación se muestran los coeficientes de fricción para utilizarse en el calculo.

Tabla 3

COEFICIENTE DE FRICCIÓN (n) PARA USARSE EN LA ECUACIÓN DE MANNING	
MATERIAL	n
PVC y polietileno de alta densidad	0.009
Asbesto-Cemento	0.010
Fierro fundido nuevo	0.013
Fierro fundido usado	0.017
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Concreto presforzado	0.012
Concreto con buen acabado	0.014
Mampostería con mortero de cemento	0.020
Acero soldado con revestimiento interior a base de epoxi	0.011
Acero sin revestimiento	0.014
Acero galvanizado nuevo o usado	0.014

En el caso de tuberías que trabajen parcialmente llenas se podrán utilizar las ecuaciones (1) y (5) :

$$\Theta = 2\text{Cos}^{-1} (1-d/r) \quad (1)$$

$$d = r (1 - \cos \Theta/2) \quad (2)$$

$$P_m = \pi D \Theta/360 \quad (3)$$

$$R_h = \frac{r}{2} \left(1 - \frac{360 \sin \Theta}{2\pi \Theta} \right) \quad (4)$$

$$A = r^2 \left(\frac{\pi \Theta}{360} - \frac{\sin \Theta}{2} \right) \quad (5)$$

Donde:

d = Tirante hidráulico, m.

D = Diámetro interior del tubo, m.

A = Área de la sección transversal del flujo, m².

P_m = Perímetro mojado, m.

R_h = Radio hidráulico, m.

Θ = Angulo en grados.

1.5 Zanjas para instalación de tuberías.

“Las tuberías se instalan sobre la superficie o enterradas, dependiendo de la topografía, clase de tubería y tipo de terreno.

Para obtener la máxima protección de las tuberías se recomienda que éstas se instalen en zanja. Además de la protección contra el paso de vehículos, el tipo de instalación que se adopte, debe considerar otros factores relacionados con la protección de la líneas, como son el deterioro o maltrato de animales, la exposición a

los rayos solares, variación de la temperatura, etc.” (CNA ESTUDIOS BASICOS,1994;32)

En base a la CNA, para determinar el ancho de zanja se recomienda lo siguiente: para tuberías que presenten diámetros exteriores menores a .5 m., se optará por realizar un ancho de zanja igual al diámetro exterior mas .5m,; mientras que en tuberías que contengan un diámetro mayor o igual a .5 m, el ancho de zanja será igual al diámetro exterior mas .6m.

En la siguiente tabla se muestran los anchos de zanja, de acuerdo con los criterios anteriores:

Tabla 4

Dimensiones de zanjas y plantillas para tuberías de agua potable y alcantarillado					
DIAMETRO NOMINAL		ANCHO (Bd)	PROFUNDIDAD H	ESPEJOR DE LA	VOLUMEN DE
(cm)	(Pulgadas)	(cm)	(cm)	PLANTILLA (cm)	EXCAVACION (m3/ m)
2.5	1	50	70	5	0.35
3.8	1 1/2	55	70	5	0.39
5.1	2	55	70	5	0.39
6.3	2 1/2	60	100	7	0.6
7.5	3	60	100	7	0.6
10	4	60	105	10	0.63
15	6	70	110	10	0.77
20	8	75	115	10	0.86
25	10	80	120	10	0.96
30	12	85	125	10	1.06
35	14	90	130	10	1.17
40	16	95	140	10	1.33
45	18	110	145	10	1.6

50	20	115	155	11	1.78
61	24	130	165	13	2.15
76	30	150	185	14	2.77
91	36	170	210	15	3.57
107	42	190	230	17	4.37
122	48	210	245	20	5.14
162	60	250	300	23	7.5
183	72	280	340	27	9.52
213	84	320	380	30	12.16
244	98	350	415	34	14.53

Las excavaciones de las zanjas se deberán realizar ya sea por medios mecánicos o manuales en base a las condiciones de la zona, el tipo de suelo, volúmenes de excavación, entre otras, siempre conservando las profundidades y pendientes establecidas en el proyecto

Con la finalidad de no aumentar costos y que el proyecto sea eficiente y seguro se debe tomar en cuenta ciertas características que influirán en la profundidad de la zanja para su correcta instalación, se deberá seguir las características topográficas del lugar esto para no tener volúmenes grandes de excavación siempre y cuando exista seguridad la red, el trazo, las velocidades permisibles, las descargas domiciliarias, los colchones, las pendientes, las características de resistencia de la tuberías a implementar, se debe considerar la existencia de otras líneas como es en el caso de cruce de agua potable en el cual se deberá dar una mayor profundidad a la de alcantarillado, esto siempre y cuando considerando las profundidades máximas y mínimas.

En lo que respecta a la profundidad mínima será la que permita la conexión adecuada de las descargas domiciliarias hacia la línea principal municipal, como

también la que presente una seguridad para dicha red y no ocasionarle daños como rupturas originadas por cargas de vialidad entre otras, dicho problema se puede minimizar incorporando un colchón mínimo, cabe señalar que dicho colchón estará en función del tipo de suelo, tubería y de las cargas probables en el trayecto de la red.

El colchón se encuentra en función del diámetro de la tubería como se muestra a continuación.

Tabla 5

COLCHON MINIMO	
Diámetro nominal del tubo (cm)	COLCHON MINIMO (m)
Hasta 45	0,90
Mayor de 45 y 122	1,00
Mayor de 122 y 183	1,30
Mayores de 183	1,50

Mientras que la profundidad máxima estará en función de las características de resistencia a la compresión y rigidez del la tubería a implementar, como del proceso constructivo que sea el mejor costeable y mas adecuado con respecto a la instalación de la red y las estabilidades del terreno; para el cual se deberá tomar en cuenta la cargas ejercidas sobre dicha red, como es el caso de el peso volumétrico de los materiales de relleno, cargas vivas, etc.

1.6. Partes de un alcantarillado.

“De forma general, las obras que integran los sistemas de alcantarillado son:

Obras de captación: reciben directamente el agua residual y/o pluvial de las fuentes de emisión. En esta clasificación se encuentran las descargas domiciliarias y la red de atarjeas.

Obras de conducción: transportan las aguas captadas al lugar de tratamiento. Aquí se agrupan los colectores, interceptores y emisores.

Obras de tratamiento: se utilizan para tratar, de manera rápida y controlada, las aguas residuales.

Obras de disposición final: descargan las aguas tratadas a una fuente natural.”
(Cisneros,2008;13)

1.6.1 Red y modelos de configuración de atarjeas.

El autor Cisneros en su libro publicado en el año 2008, describe la red de atarjeas de la siguiente manera, así como también los modelos de configuración de estas:

La red de atarjeas son el conjunto de tuberías, cuya finalidad principal consiste en recolectar y a su vez transportar las aguas servidas en las diferentes actividades de la población hacia los colectores, interceptores o emisores.

El funcionamiento de la red de atarjeas comienza con las descargas domiciliarias o albañal, de las aguas servidas, hacia una línea de conducción conocida como atarjea ubicada en el centro de la calle, la cual recolecta dichas aguas, cuyo diámetro irá incrementando a lo largo de la red, recomendándose un mínimo de 20 cm.; para seguir su trayecto hacia los colectores que a su vez

terminarán en un interceptor, en un emisor o en la planta de tratamiento, para realizar labores de limpieza, mantenimiento, ventilación para la eliminación de gases tóxicos es necesario la instalación de pozos de visita con una distancia máxima que permitan la realización de dichos trabajos sin presentar problema alguno, se recomienda la utilización de dichos pozos en los cruceros, en los cambios bruscos de pendientes, dirección, diámetro, o en la utilización de puntos intermedios donde existan longitudes grandes que impidan labores de limpieza y ventilación.

El autor Lara González, en su libro titulado Alcantarillado (1991), argumenta que existen varios modelos de configuración de atarjeas como son: trazo en bayoneta, trazo en peine y trazo combinado.

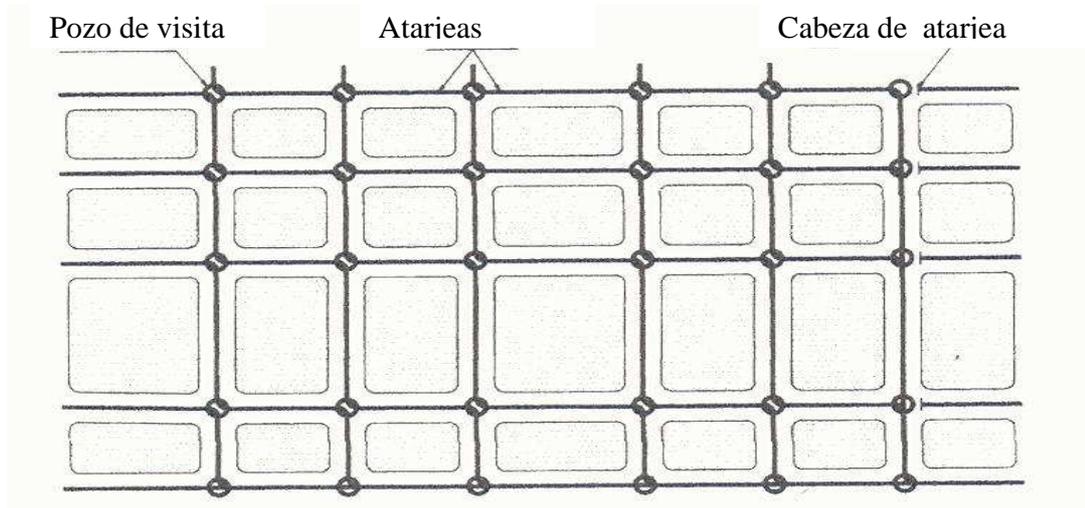
a) Trazo de bayoneta. Se denomina así al trazo que, iniciando en una cabeza de atarjea, tiene un desarrollo en zigzag o en escalera.

Las ventajas de utilizar este tipo de trazo son reducir el número de cabezas de atarjeas y permitir un mayor desarrollo de éstas, con lo que los conductos adquieren un régimen hidráulico establecido, logrando con ello aprovechar adecuadamente la capacidad de cada uno de los conductos.

Sus principales desventajas radican en la dificultad de su utilización, debido a que el trazo requiere de terrenos con pendientes suaves más o menos estables y definidas.

Trazo de la red de atarjeas en bayoneta.

Imagen 1



b) Trazo en peine. Es el trazo que se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo; empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas.

Algunas ventajas y desventajas que se obtienen con este tipo de trazo son las siguientes:

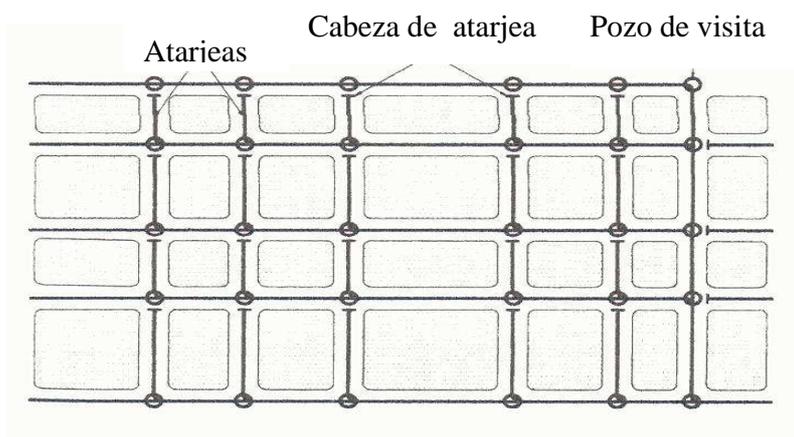
Se garantizan aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas a la tubería común de cada peine, y de éstas a los colectores, propiciando que se presente rápidamente un régimen hidráulico establecido. Se tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta útil en el diseño cuando la topografía es muy irregular.

En contraste, debido al corto desarrollo que generalmente tiene las atarjeas iniciales antes de descargar a un conducto mayor, en la mayoría de los casos

aquellas trabajan por debajo de su capacidad, ocasionando que se desaproveche parte de ésta.

Trazo de la red de atarjea en peine.

Imagen 2

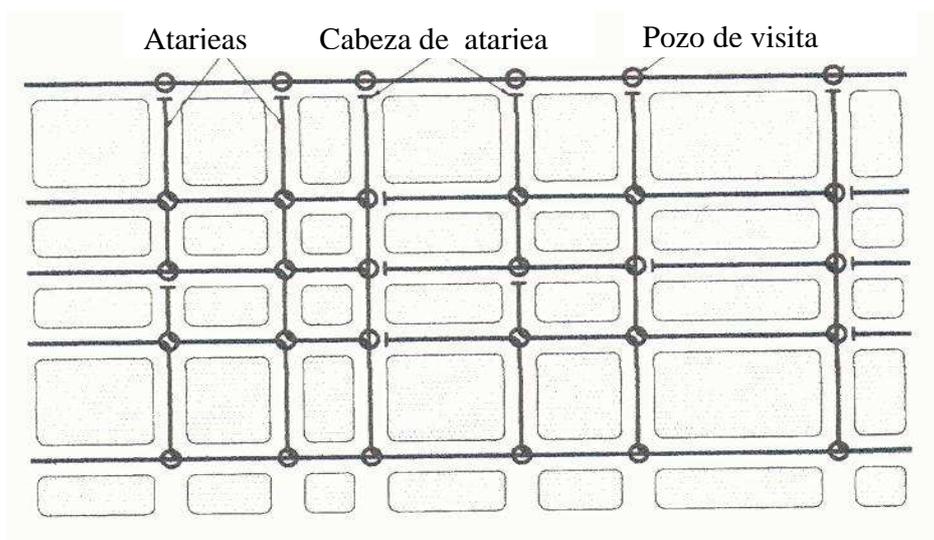


www.siapa.gmx/capitulos/cadoc

- d) Trazo combinado. Corresponde a una combinación de los trazos anteriores y a trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona.

Trazo de la red de atarjea combinado.

Imagen 3



www.siapa.gob.mx/capitulos/capitulo3_1.doc

CAPÍTULO 2

COMPONENTES DE UN SISTEMA DE ALCANTARILLADO

El manual de la CNA, publicado en 1994, denomina el alcantarillado sanitario o red de alcantarillado, al sistema de estructuras y tuberías usadas para el transporte de aguas residuales o servidas, desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten a cauce o se tratan. Para ello es necesario conocer los diferentes componentes que conforman dicha red, como son las descargas domiciliarias, pozos de visita, estructuras de caída, sifones, cruzamientos especiales y en ocasiones estaciones de bombeo.

2.1 Tuberías.

La CNA, maneja la definición de tubería de alcantarillado como la unión de dos o varios tubos, con la finalidad de conducir las aguas servidas. Para ello es necesario considerar ciertas características como es la hermeticidad, resistencia mecánica, durabilidad, resistencia a la corrosión, capacidad de conducción, economía, facilidad de manejo e instalación, flexibilidad y facilidad de mantenimiento y reparación.

2.1.1 Características de las tuberías.

De acuerdo a lo descrito por la CNA, las tuberías para la implementación de redes de alcantarillado varían de acuerdo al tipo de material del que se encuentran fabricados, siendo las tuberías mas utilizadas las que se mencionan a continuación:

concreto simple (CS) y reforzado (CR), de fibrocemento (FC), de poli(cloruro de vinilo) (PVC), polietileno de alta densidad (PEAD) y acero.

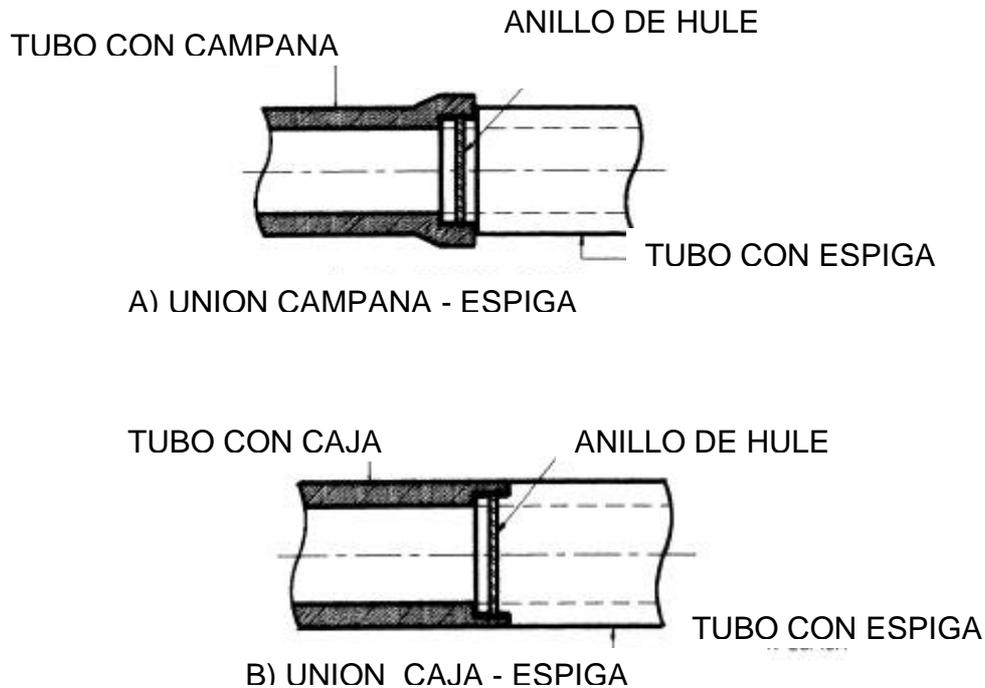
2.1.2 Tuberías de concreto simple (CS) y reforzado (CR) con junta hermética.

“a) La fabricación de la tubería de concreto simple debe llevar un control de calidad de los tipos de materiales utilizados, los cuales se encuentran bajo la norma mexicana NMX-C-401-1996-ONNCCE, mientras que las uniones son del tipo espiga-campana con junta hermética los cuales se encuentran bajo la norma NMX-C-401. Dicha tubería se fabrica en diámetros de 10,15, 20, 25, 30, 38, 45 y 60 cm., con campana y espiga y tienen una longitud útil variable de acuerdo al diámetro, que varía de .9 a 1.8 m.

b) La tubería de concreto reforzado con junta hermética, lleva en su interior acero de refuerzo longitudinal y transversal, y se fabrican bajo la norma mexicana NMX-C-402-1996-ONNCCE, en diámetros de 30, 38, 45, 61, 76, 91, 107, 122, 152, 183, 213, 244 y 305 cm. al igual la longitud útil del tubo varía de acuerdo a su diámetro, se fabrican en cuatro tipos de grado y cada uno de ellos con tres espesores de pared. Las juntas utilizadas en este tipo de tubería son del tipo espiga-campana con junta hermética para diámetros de hasta 61 cm., mientras que en diámetros de 45 a 305 cm se utilizan juntas espiga – caja con junta hermética de acuerdo la norma mexicana NMX-C-402.

Tipos de uniones en tuberías de concreto:

Imagen 4



Dentro de las ventajas más importantes de las tuberías mencionadas anteriormente, destacan: su economía (bajo costo de adquisición y mantenimiento), hermeticidad (esto se refiere a la junta hermética con anillo de hule el cual impide infiltraciones de agua y contaminación debido a exfiltraciones), la gran variedad de diámetros comerciales que varían hasta 3.05 m, su larga vida útil (durabilidad), su alta resistencia mecánica a cargas externas. Por lo contrario en lo que respecta a sus desventajas, destacan: durante su transportación e instalación requieren de un cuidado estricto ya que son muy frágiles, su alto coeficiente de rugosidad el cual reduce su capacidad de conducción originando menor eficiencia hidráulicamente, y

por último presenta corrosión en condiciones ácidas y alcalinas.”(Manual de la CNA, 1994)

Tubería de concreto

Fotografía A



2.1.3 Tubería de fibrocemento (FC).

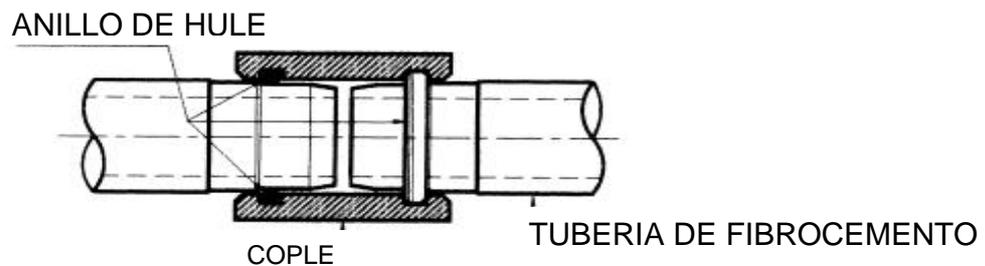
Este tipo de tubería se encuentra clasificado B-6, B-7.5, B-9 y B-12.5, cada una de ellas para dos diferentes tipos de anillos de hule según el diámetro del tubo, dicha tubería se fabrica bajo la norma Mexicana NMX-C-039-1981.

Los tipos de anillos mencionados se refieren a: anillos de hule circulares los cuales se utilizan en diámetros que varían de 150 mm. a 900 mm. Con su respectivo cople especial, mientras que en diámetros mayores a 1000 mm a 2000 mm, se utilizan anillos de hule roscados acoplados a un cople igualmente roscado. Los dos diferentes tipos de anillos se fabrican bajo la norma NMX-T-021.

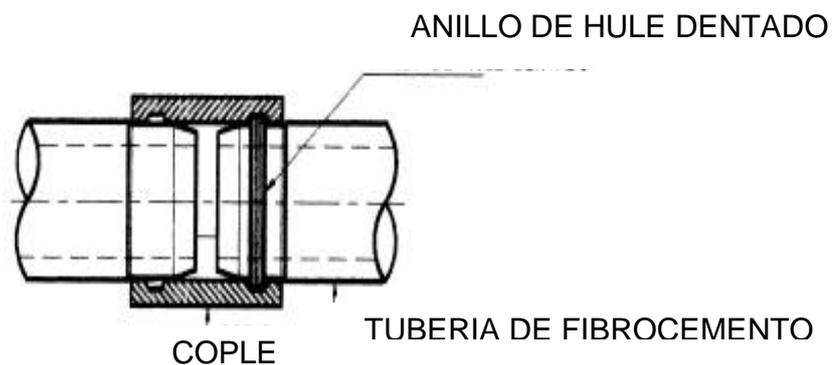
Algunas de las principales ventajas se encuentran: su ligereza, resistencia, durabilidad, hermeticidad, resistencia a los sulfatos y su coeficiente bajo de fricción el cual ayuda a su capacidad de conducción permitiendo instalar tubos de menor diámetro. En lo que respecta a sus desventajas se encuentran alto costo de adquisición, su fragilidad y su alto requerimiento de coplees a una menor distancia.

Tipos de uniones en tuberías de fibrocemento:

Imagen 5



a) UNION TIPO SIMPLEX



b) UNION TIPO REKA

2.1.4 Tubería de poli(cloruro de vinilo) (PVC).

“Las tuberías de PVC se fabrican en diámetros de 10 a 60 cm, en dos tipos de serie y cada serie con tres tipos de tuberías de acuerdo a su espesor: la serie métrica se fabrica de acuerdo a las normas NMX-E-215/1-1993 (tuberías) y NMX-E-215/2-1993 (conexiones) en los tipos 16.5 y 25; por su parte la serie inglesa se fabrica de acuerdo a las normas NMX-E-211/1-1993 (tuberías) y NMX-E-211/2-1993 (conexiones) en los tipos 35, 45 y 51. Estos valores con que se clasifica a las tuberías representa la relación entre su diámetro exterior y su espesor de pared. Además de estos tipos de tuberías, existe la tubería de PVC de pared estructurada con celdas longitudinales, que actualmente se fabrica en diámetros de 16 a 31.5 cm de acuerdo a la norma mexicana NMX-E-222/1-1995” (CNA,1994;24).

Tuberías y piezas especiales de PVC de pared estructurada:

Imagen 6

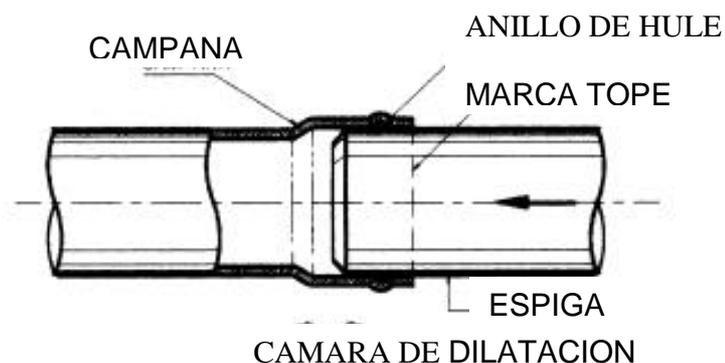


De acuerdo con la CNA, dentro de las ventajas que presenta las tuberías de PVC se encuentran: la hermeticidad (esto se debe al tipo de material que es

impermeable y a las juntas de la tubería por medio de anillos de material elastomérico.), ligereza (tanto para traslado, manejo, estiba, instalación, etc.), resistencia a la corrosión (ya sea química o electroquímica), durabilidad, capacidad de conducción (alta eficiencia hidráulica debido al tipo de material de sus paredes que presentan poca rugosidad), flexibilidad (son adaptables a movimientos o asentamientos diferenciales del terreno ocasionados por sismos o cargas externas). En lo que se refiere a sus desventajas es una tubería frágil (lo que ocasiona un cuidado especial en su manejo, instalación, etc.), baja resistencia mecánica, susceptible al ataque de roedores, baja resistencia a intemperismo (su resistencia mecánica se reduce si se expone a los rayos solares en un tiempo prolongado).

Tipo de unión campana-espiga en tubería de PVC:

Imagen 7



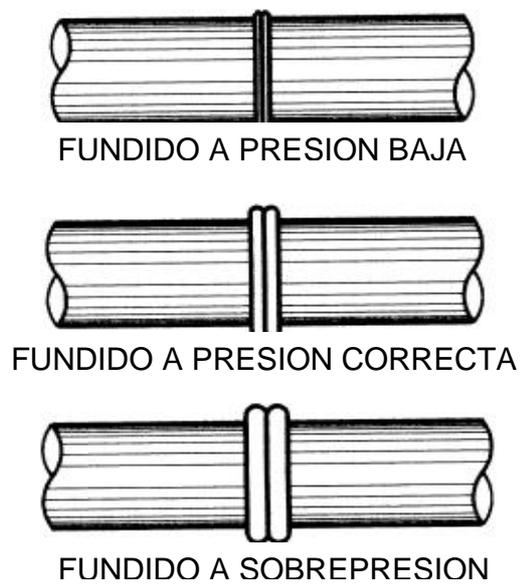
2.1.5 Tubería de polietileno de alta densidad (PEAD).

Se describe del manual de la CNA que, éste tipo de tubería se fabrica bajo la norma mexicana NMX-E-216-1994-SCFI, en diámetros que van de 100 a 900 mm, en longitudes de 12 m.; en función a su espesor de pared y resistencia se clasifica en: RD-21, RD-26, RD-32.5 y RD-41. Es necesario considerar para la elección de la tubería mencionada anteriormente las condiciones de cargas exteriores, condiciones de zanja, tipo de material y compactación de este.

La principal desventaja que presenta dicha tubería se refleja en el alto costo de adquisición e instalación, por lo contrario presenta una gran variedad de ventajas de las cuales destacan las siguientes: la economía (esto refiere a los volúmenes de excavación en zanja son reducidos), resistencia a la corrosión, capacidad de conducción (debido al tipo de material presenta una alta eficiencia hidráulica ya que sus paredes no presentan demasiada rugosidad), alta flexibilidad (el bajo módulo de elasticidad de este tipo de tuberías las hace muy flexibles y en consecuencia adaptables a cualquier tipo de terreno y a movimientos ocasionados por sismos y cargas externas), rapidez de instalación, alta resistencia a la intemperie, hermeticidad (son impermeables, herméticas y resistentes al ataque biológico), ligereza (lo cual se ve reflejado en la manejabilidad en el transporte e instalación del mismo), durabilidad (con mantenimiento nulo, tienen una vida útil de 50 años, y 15 años de resistencia a la intemperie).

Tipo de uniones en tuberías de polietileno:

Imagen 8



Tuberías de polietileno

Fotografía B



2.1.6 Tubería de acero.

Ahora bien, la CNA, determina que este tipo de tubería se fabrica bajo la norma mexicana NMX-B-10 y NMX-B-177 en la cual se manejan los tubos de acero con o sin costura (longitudinal o helicoidal), negros, o galvanizados por inmersión en caliente para usos comunes como es conducción de agua, vapor, gas o aire., otra norma manejada para dicha tubería es la NMX-B-179 “tubos de acero con o sin costura – series dimensionales” en la cual refiere las dimensiones normales para la fabricación de dicha tubería..

Las tuberías de acero presentan una gran desventaja la cual se ve reflejada en la corrosión, lo que ocasiona una vida útil menor y altos costos de mantenimiento, para mitigar dicho problema se deberá proteger con un recubrimiento exterior que protegerá la tubería. Por otro lado sus principales ventajas se refiere a su fácil transporte e instalación y su alta resistencia mecánica (resiste cargas de impacto y altas presiones internas).

Estas tuberías se utilizan principalmente en cruzamientos elevados que permanecerán expuestas a la intemperie, o cruzamientos subterráneos en donde se necesiten una alta resistencia mecánica en las tuberías.

El tipo de unión que se utiliza en esta tubería puede ser de soldadura, bridas, coplees o ranuras (moldeadas o talladas) con junta mecánica.

Tubería de acero

Fotografía C



2.2 Descarga domiciliaria.

En conformidad con la CNA, se le conoce como instalación de descargas domiciliarias al conjunto de elementos y operaciones, con la finalidad de recolectar las aguas negras y pluviales de una vivienda, por medio de un albañal exterior que se encarga de conducir las hasta la red de alcantarillado local.

“La descarga domiciliaria 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, con un diámetro mínimo de 15 cm., una profundidad mínima de 60 cm. y una pendiente mínima del 1%, se conecta a la atarjea por medio de un codo de 45 grados y un slant.” (CNA redes generales de alcantarillado sanitario, 1994;38).

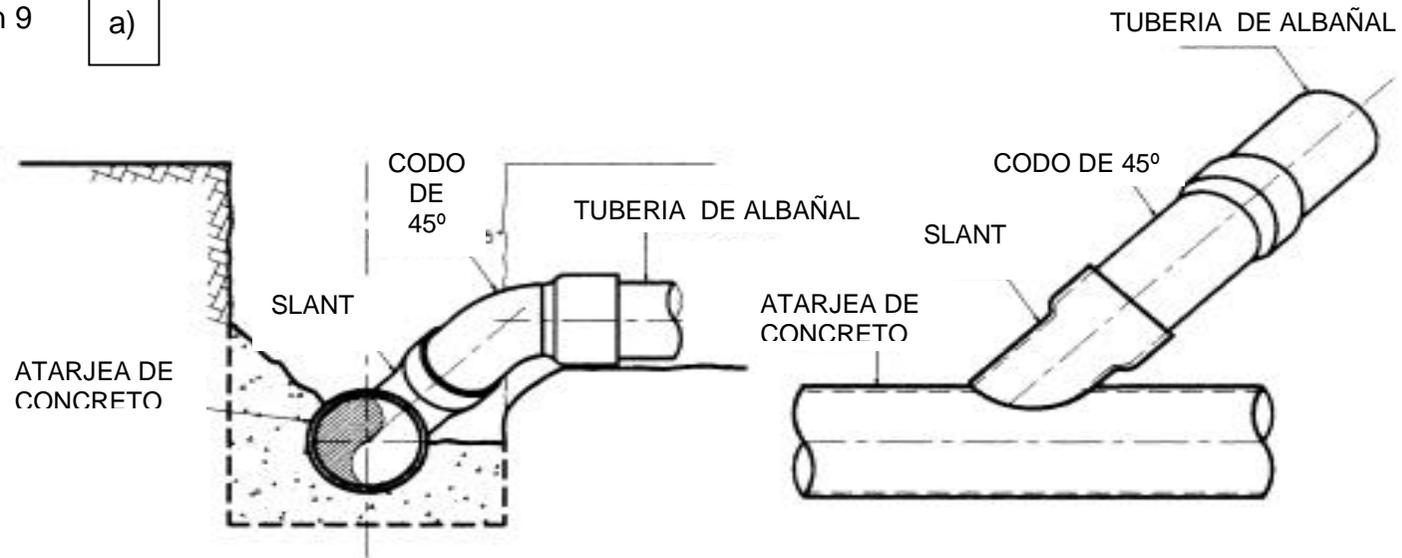
2.2.1 Tipos de conexiones del albañal a la atarjea.

La conexión que se realice del albañal a la atarjea, deberán ser del mismo material como a su vez ser hermético, ya que de acuerdo al tipo de tubería empleada se deberá considerar el procedimiento mas adecuado como las conexiones a emplear, esto con la finalidad de obtener un mejor funcionamiento de la red.

- a) En el caso de las tuberías de concreto, la conexión a utilizar para el albañal con la atarjea, se deberá realizar por medio de una pieza especial de concreto con campana (slant); y con un extremo espiga cortado a 45 grados con respecto a su eje, para unir con la atarjea o colector, al slant se le conecta un codo de a 45 grados de concreto con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule, el cual es perpendicular a la atarjea o colector.

Descarga domiciliaria con tubería de concreto:

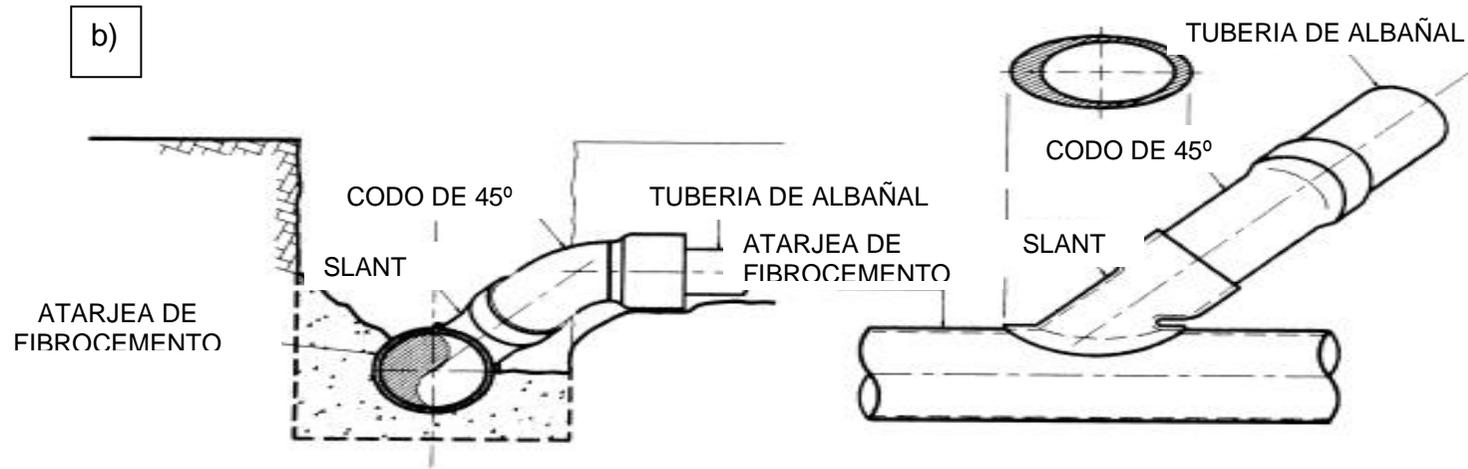
Imagen 9 a)



b) Cuando la unión a realizar sea en tubería de fibrocemento, se utilizara un slant a 45 grados con campana y extremo de apoyo apara unir al colector y un codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule.

Descarga domiciliaria con tubería de fibrocemento:

Imagen 10



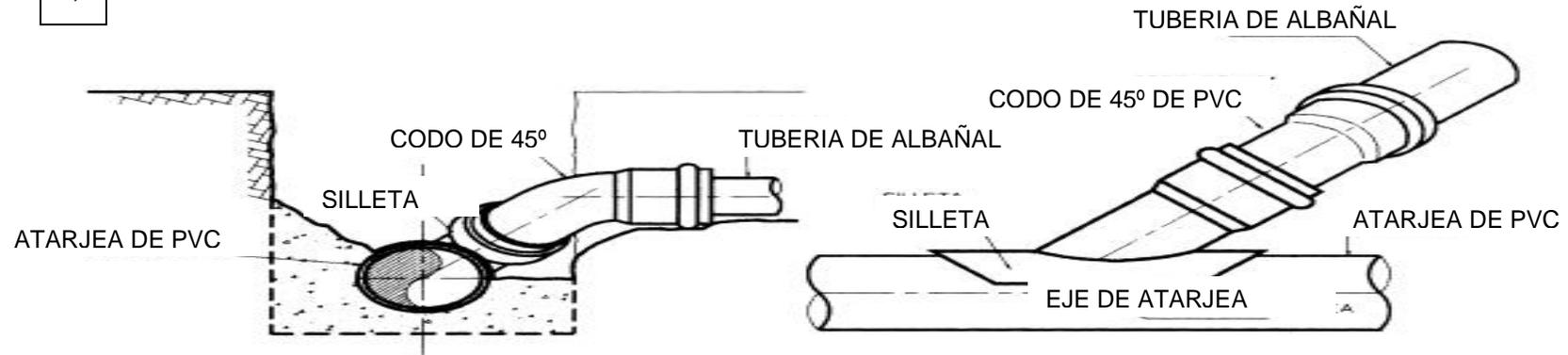
c) En tuberías de Poli(cloruro de vinilo) PVC, “se utiliza una silleta de PVC a 45 grados con campana (para unir con anillo) y extremo de apoyo para unir a la atarjea o colector y un codo de 45 grados con espiga y campana para su acoplamiento al albañal con anillo de hule. La silleta se acopla a la atarjea por cementación, o bien, se sujeta por medio de un par de abrazaderas o cinturones de material resistente a la corrosión; en este segundo caso, la silleta esta provista de un anillo de hule con el que se logra la hermeticidad con la atarjea.” (CNA redes generales de alcantarillado sanitario,1994;39).

ATARJEA DE PVC

Descarga domiciliaria con tubería de PVC:

Imagen 11

c)

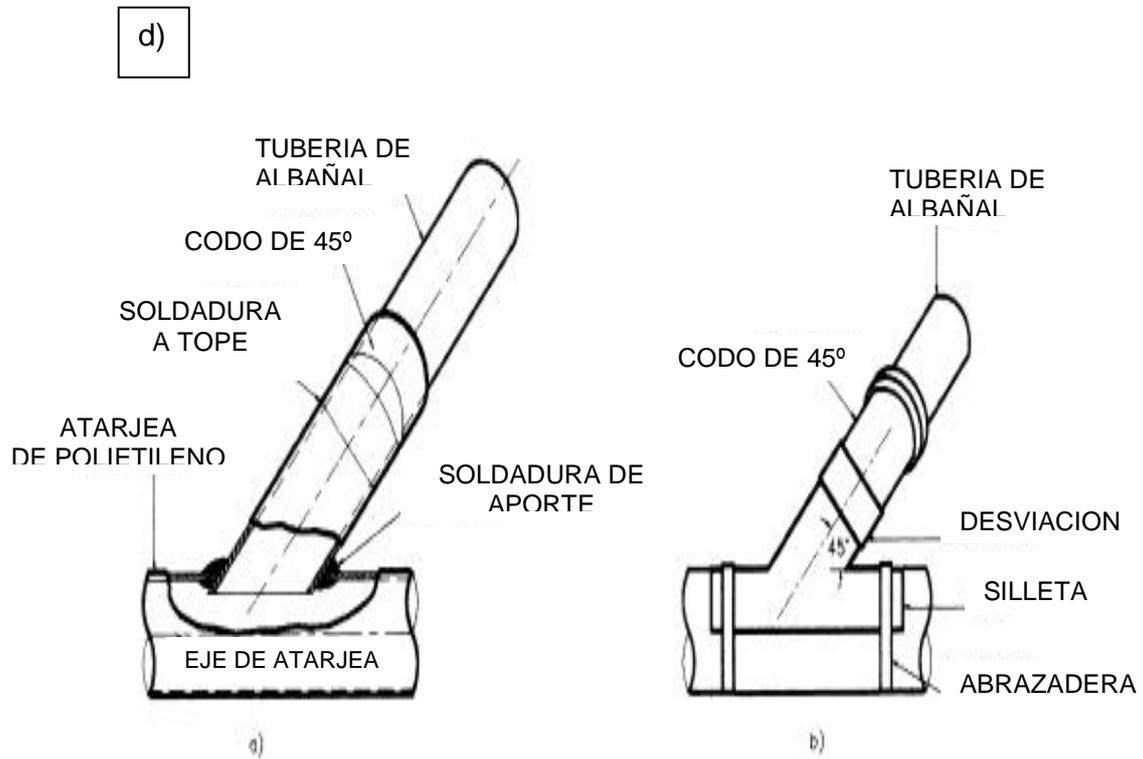


d) Cuando la tubería a utilizar sea de polietileno de alta densidad, se empleará una silleta a 45 grados y un codo a 45 grados, la unión que se le dará al albañal y a la atarjea corresponderá de acuerdo a lo siguiente:

- Si la tubería se encuentra en estado seco, el "slant" (fabricado del mismo material) se deberá soldar a la atarjea con soldadura de aporte.
- De lo contrario si dicho sistema se encuentra en operación o el nivel freático está superficial, se deberá realizar dicha unión con una silleta de polietileno la cual se asienta sobre un empaque de neopreno, dicha silleta deberá sujetarse por medio de una abrazadera.

Descarga domiciliaria con tubería de polietileno:

Imagen 12



2.3 Pozos de visita.

De acuerdo con la CNA, los pozos de visita son estructuras las cuales deben ser herméticas, cuya función primordial es permitir la unión de varias tuberías, realizar cambio de diámetro, dirección, pendiente, inspección, ventilación y limpieza de las redes de alcantarillado.

Los pozos de visita pueden construirse en el lugar (pozos comunes, especiales, caja, caja unión y caja deflexión) o pueden ser prefabricados (pozos de

fibrocemento tipo integral, de concreto). Existen otro tipo de pozos prefabricados los cuales no son muy utilizados en México, como son los de polietileno, de fibra de vidrio y poliéster. La elección de cualquiera de los pozos mencionados dependerá de un análisis económico.

2.3.1 Pozos de visita construidos en el lugar.

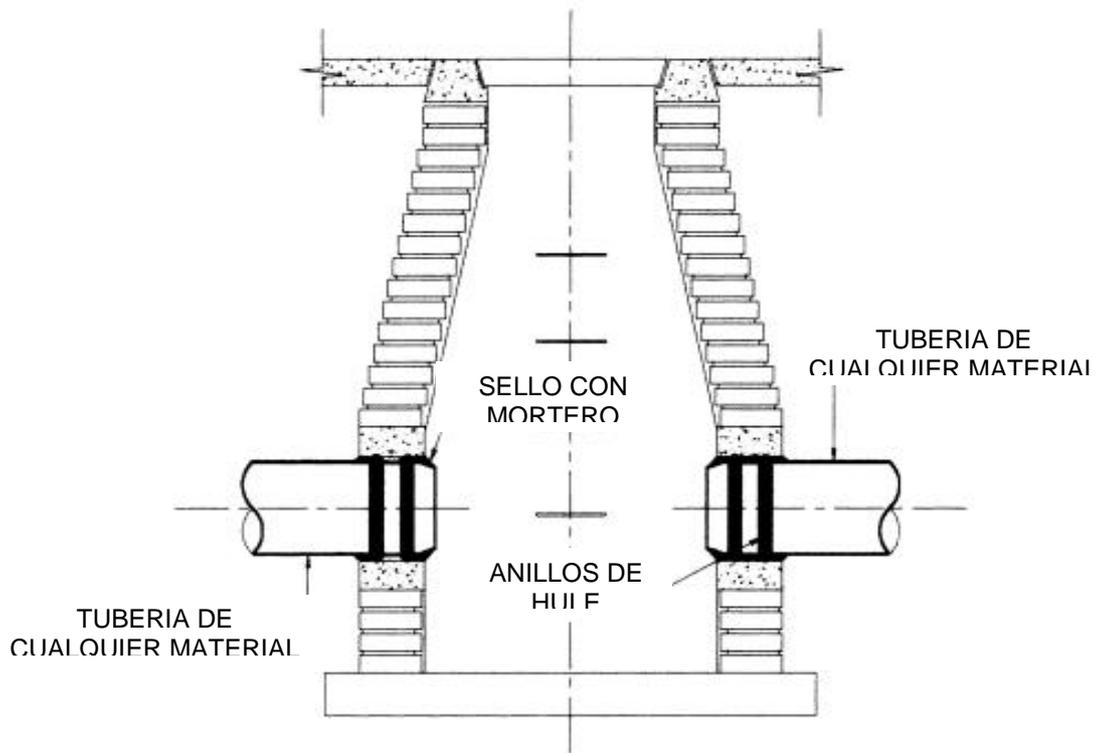
“Comúnmente se construyen de tabique, concreto reforzado o mampostería de piedra. Cuando se usa tabique, el espesor mínimo será de 28 cm. a cualquier profundidad.

Este tipo de pozos de visita se deben aplanar y pulir exteriormente e interiormente con mortero cemento-arena mezclado con impermeabilizante, para evitar la contaminación y la entrada de aguas friáticas; el espesor del aplanado debe ser como mínimo de 1 cm.. Además se debe garantizar la hermeticidad de la conexión del pozo con la tubería, utilizando anillos de hule” (CNA redes generales de alcantarillado sanitario,1994;41).

Conexión hermética de pozo de visita con tubería:

Imagen 13

Pozos de visita construidos en el lugar



Fotografía D



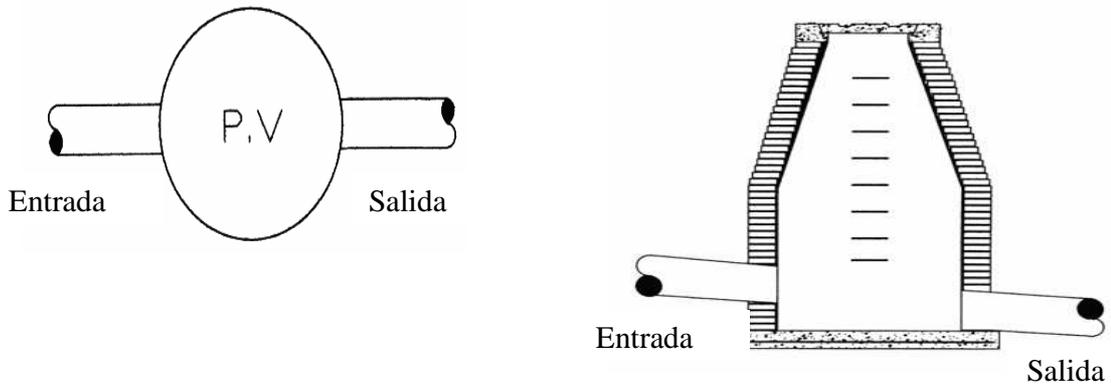
2.3.1.1 Pozos comunes y pozos especiales.

Los pozos comunes y los especiales, tienen la forma cilíndrica en la parte inferior y troncocónica en la parte superior, la cimentación de dichos pozos se puede realizar por medio de mampostería o concreto, su interior debe ser lo suficientemente amplios para permitir trabajar a una persona en su interior esto para dar mantenimiento a la red, el piso del pozo se construye en forma de una media caña que es la prolongación de la tubería dentro del pozo. El pozo debe tener una escalera de acceso, a base de escalones empotrados a la pared del pozo, deben de contar con una tapa en la entrada de la chimenea que permita su ventilación y acceso al pozo. La diferencia del pozo común y el especial se ve reflejada en las dimensiones como se muestra a continuación:

“Los pozos de visita comunes tienen un diámetro interior de 1.2 m., se utilizan con tubería de hasta 61 cm de diámetro, con entronques de hasta .45 m. de diámetro y permiten una deflexión máxima en la tubería de 90 grados. ” (CNA redes generales de alcantarillado sanitario,1994;42)

Pozo de visita comunes

Imagen 14



Mientras en lo que respecta a los pozos especiales existen dos tipos: “el tipo 1, presenta un diámetro interior de 1.5 m. se utiliza con tuberías de .76 a 1.07 m de diámetro con entronques a 90 grados de tuberías de hasta .3 m y permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grados; y el tipo 2, el cual presenta 2.0 m de diámetro interior, se usa con diámetros de 1.22 m y entronques a 90 grados de tuberías de hasta .3 m y permite una deflexión máxima en la tubería de 45 grados. ” (CNA redes generales de alcantarillado sanitario,1994;43)

2.3.1.2 Pozos caja.

Los pozos de caja son estructuras las cuales se encuentran formadas por concreto reforzado en su totalidad (muros, piso y techo), con su respectiva chimenea al igual que los pozos comunes y especiales, con su respectivo brocal y tapa ya sea de fierro fundido o concreto reforzado, dichos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.

“Existen tres tipos de pozos de caja: el tipo 1, que se utiliza en tuberías de .76 m a 1.07m de diámetro con entronques a 45 grados hasta de .6 m de diámetro; el tipo 2, que se usa en tuberías de .76 a 1.22 m de diámetro con entronques a 45 grados hasta de .76 m de diámetro; y el tipo 3, el cual se utiliza en diámetros de 1.52 m a 1.83 m con entronques a 45 grados hasta de .76 m de diámetro” (CNA redes generales de alcantarillado sanitario,1994;43)

Pozos de caja

Fotografía E



Fotografía F



2.3.1.3 Pozos caja de unión.

Este tipo de pozos son los que cuentan con una sección transversal en forma de polígono irregular, dichos pozos no permiten deflexiones en las tuberías.

“Existen dos tipos de pozos caja unión: el tipo 1, se utiliza en tuberías de hasta 1.52 m de diámetro con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.22 m de diámetro; y el tipo 2, el cual se usa en diámetros de hasta 2.13 m con entronques a 45 grados de tuberías hasta de 1.52 m de diámetro.” (CNA redes generales de alcantarillado sanitario,1994;43)

Pozos de caja de unión

Fotografía G



2.3.1.4 Pozos caja de deflexión.

Se les nombra de esta forma a los pozos caja a los que concurre una tubería de entrada y tienen sólo una de salida con un ángulo de 45 grados como máximo. Se utilizan en tuberías de 1.52 a 3.05 m de diámetro.

2.4 Pozos prefabricados

Estos tipos de pozos se fabrican fuera de la obra y son entregados para su instalación inmediata como unidad completa, los cuales presentan un peso bajo lo que ayuda a una fácil maniobra e instalación.

2.4.1 Pozos de fibrocemento tipo integral.

Los pozos de fibrocemento se conectan igual que la tubería de fibrocemento mencionada anteriormente por medio de un cople con anillo de hule, este tipo de pozos se conforma por un tubo, tapa inferior y conexiones de fibrocemento, la profundidad de instalación de dichos pozos es de 5 m., puesto que las profundidades pueden variar de acuerdo a las necesidades del proyecto, se pueden modificar empleando un cople con junta hermética, esto para obtener mayores profundidades.

La tapa o losa superior del pozo puede ser prefabricada o construida en el lugar, es recomendable utilizar en el perímetro de la boca de dicho pozo un anillo de hule antes de asentar la losa de concreto el cual servirá para dar hermeticidad al pozo y eliminar cargas puntuales. Para la instalación del pozo prefabricado se considerará una plantilla compactada con un espesor mínimo de 10 cm., o de encontrarse subpresión originada por el nivel freático se deberá considerar para el asentamiento del pozo una base de concreto para asegurar su posición.

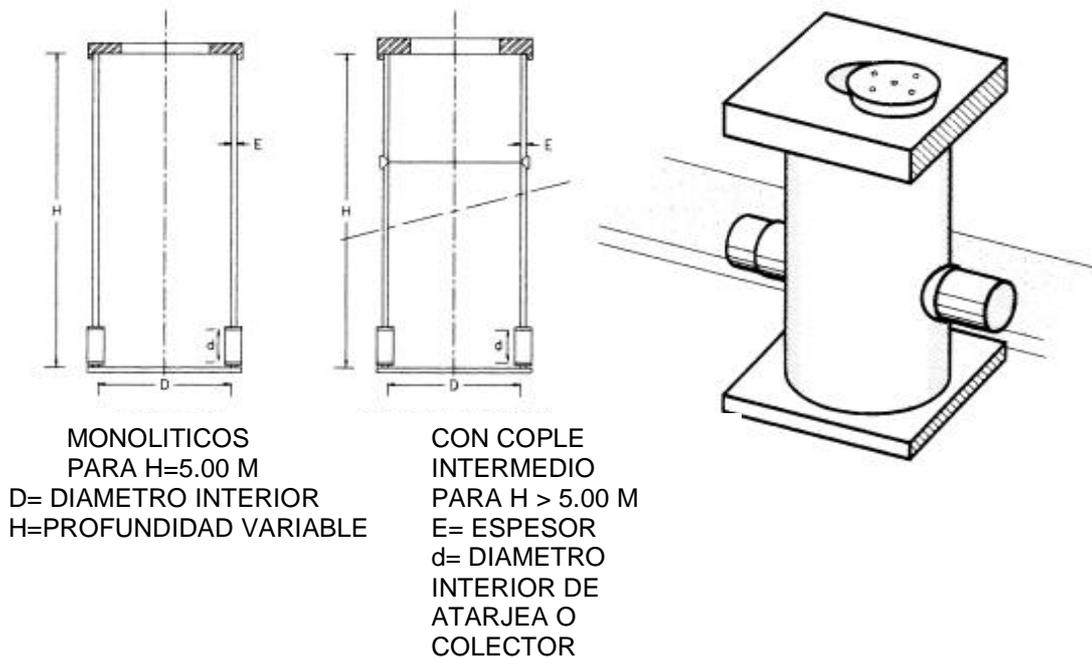
La CNA maneja los siguientes tipos de pozos de visita de fibrocemento integral:

Tabla 6

TIPO DE POZO	DIAMETRO INTERIOR (m)	DIAMETRO DE TUBERIA A UNIR (m)
Común	1.20	.20 a.60
Especial 1	1.50	.75 a 1.10
Especial 2	2.00	1.20 a 2.00
Caída adosada	hasta 2.00	.20 a .25

Pozos de fibrocemento tipo integral

Imagen 15



2.4.2 Pozos de concreto.

“La estructura de este tipo de pozos, esta constituida por un tubo de concreto de altura variable con tapa inferior y un cono concéntrico de .6 m de altura y .6 m de diámetro superior. La profundidad de instalación para un pozo de este tipo es adaptable a las necesidades del proyecto, ya que se pueden unir dos o mas segmentos de tubo de longitud de 2.5 m (acoplados con una junta hermética mediante el empleo de anillo de hule).

Este tipo de pozos se fabrican con las preparaciones necesarias para poder conectarse a las tuberías de la red de alcantarillado, mediante el empleo de anillo de hule en las uniones” (CNA redes generales de alcantarillado sanitario, 1994; 46)

Pozo de visita de concreto prefabricado:

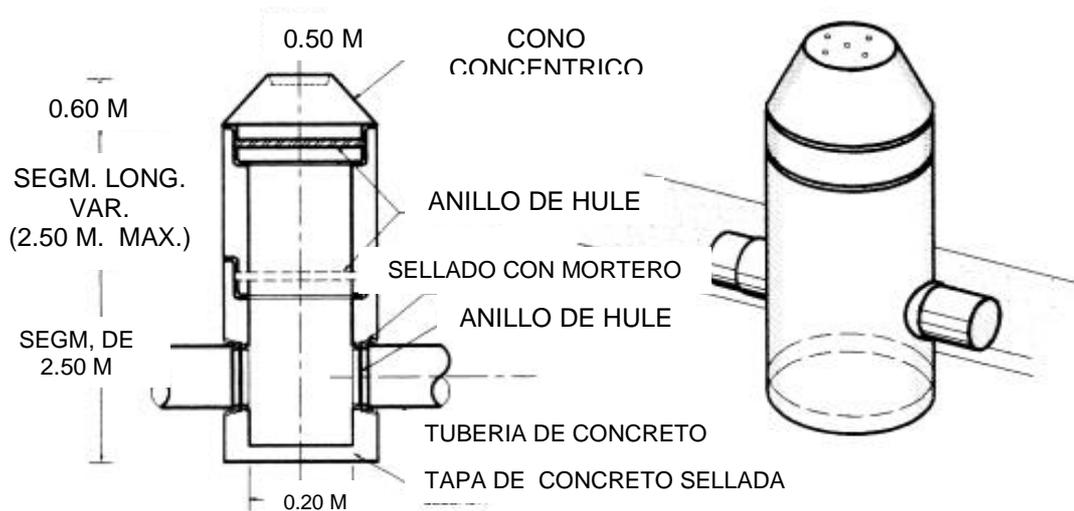


Imagen 16

2.5 Estructuras de caída.

“Debido a las condiciones topográficas o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, surge la necesidad de construir estructuras de caída (caídas libres, pozos con caída adosada, pozos con caída, estructuras de caída escalonada), con la finalidad de efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.” (UNAM, normas de proyecto para obras de alcantarillado sanitario en localidades urbanas de la republica mexicana; 1993; 53)

De acuerdo con la CNA 1994, Las estructuras de caída que se utilizan son:

- Caídas libres: Se permiten caídas hasta de .5 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.
- Pozos con caída adosada: Son pozos de visita comunes, a los cuales lateralmente se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de .20 y .25 m de diámetro con un desnivel hasta de 2.00 m.
- Pozos con caída: Son pozos constituidos también por una caja y una chimenea de tabique, a los cuales en su interior se les construye una pantalla que funciona como deflector del caudal que cae. Se construyen para tuberías de .30 a .76 m de diámetro y con un desnivel hasta de 1.5 m.
- Estructuras de caída escalonada: Son estructuras con caída escalonada cuya variación es de .5 m en .5 m hasta llegar a 2.5 m (cinco tramos) como máximo, que están provistas de dos pozos de visita en los extremos, entre los cuales se construye la caída escalonada; en el primer pozo, se localiza la plantilla de entrada de la tubería, mientras que en el

segundo pozo se ubica su plantilla de salida. Este tipo de estructuras se emplean en tuberías con diámetros desde .91 hasta de 2.44 m.

Fotografía H



2.6 Sifones invertidos.

De acuerdo con la CNA, en el proyecto de obras de red para el transporte de Aguas Sanitarias, la topografía local puede exigir la ejecución de obras especiales denominadas Sifones Invertidos dada la necesidad de superar obstáculos como, quebradas, ríos, canalizaciones de aguas pluviales, cruce de túneles subterráneos (metros), etc. Siempre que sea posible se debe evitar el uso de Sifones Invertidos por los grandes inconvenientes que representa su conservación y mantenimiento, sin embargo muchas veces no es posible resolver de otra manera el problema de paso de depresiones.

En la realización el diseño de los sifones invertidos se deberá considerar una velocidad mínima de escurrimiento considerada de 1.2 m/s; en el caso de que el gasto requiera una sola tubería de diámetro mínimo de 20cm, se acepta como velocidad mínima de escurrimiento la de 60 cm/s.; se deben proyectar estructuras adecuadas (cajas) tanto a la entrada como a la salida del sifón, con la finalidad de separar y encauzar los caudales de diseño asignados a cada tubería; como también colocar rejillas aguas arriba del sifón, para detener objetos flotantes que puedan ocasionar fallas en la tubería.

2.7 Cruces elevados.

Se le conoce como cruce elevado, cuando existe una depresión profunda (cañadas o barrancas) la cual impide el cruce del trazo de la red, para solucionar dicho problema se tiene que diseñar una estructura ligera (ya sea de acero, concreto o madera) esto, con la finalidad que soporte dicha tubería, el material a utilizar para el conducto puede ser de acero o polietileno de acuerdo al proyectista.

2.8 Cruces subterráneos con carreteras y vías de ferrocarril.

En la realización de este tipo de trazos es recomendable utilizar tubería de acero con un revestimiento de concreto en forma de conducto rectangular, con la finalidad de proteger dicha tubería del medio que lo rodea y a su vez absorber las cargas exteriores para protegerlo y no ocasionarle ningún tipo de daño.

En el caso de los cruces ferroviarios cuando el diámetro de la tubería es menor o igual a 30 cm. se recomienda introducir dicha tubería dentro de una camisa

la cual estará formada por un tubo hincado previamente en el terreno, con la finalidad de absorber las cargas exteriores.

2.9 Cruces subterráneos con ríos, arroyos o canales.

En este tipo de cruzamientos es recomendable utilizar tubería de acero, revestida de concreto simple o reforzado, como también desplantar la tubería a una profundidad de tal manera que la erosión de la corriente no afecte la estabilidad de este; como también colocar sobre el revestimiento en forma integral un lavadero de concreto que siga las curvas de nivel del cauce, para no alterar el régimen de la corriente.

Tubería con revestimiento de concreto

Fotografía I



2.10 Estaciones de bombeo.

Las estaciones de bombeo son estructuras destinadas a elevar un fluido desde un nivel energético inicial a un nivel energético mayor. Su uso es muy extendido en los varios campos de la ingeniería, como: abastecimientos de agua potable, redes de alcantarillado, sistemas de riego, sistema de drenaje, etc.

Las instalaciones civiles y electromecánicas básicas de una estación típica de bombeo son las siguientes: Cárcamo de bombeo, subestación eléctrica, equipo de bombeo, motor eléctrico, controles eléctricos, arreglo de la descarga, equipo de maniobras.

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL LUGAR, DONDE SE LLEVÓ A CABO LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se hablará de las características generales del lugar, tales como la ubicación geográfica de la localidad, las características físicas, geológicas.

3.1 Localización.

A continuación se hablará de la macro y microlocalización, para así mismo poder conocer la ubicación de la localidad de San Lorenzo, Mich. (Tenencia de Uruapan) en el cual se encuentra el lugar de estudio de la presente investigación.

3.1.1.- Macrolocalización.

México, con una extensión de 1. 958.201 kms. cuadrados, tiene fronteras al norte con los Estados Unidos, al sur con Guatemala y Belice, al este con el Océano Atlántico y al oeste con el Pacífico. El Trópico de Cáncer corta al país casi por el centro y dada su extensión de norte a sur y su especial orografía, presenta una climatología muy variada. Es, como muchos otros aspectos, una tierra de altos contrastes.

El corazón geográfico del país son las tierras del altiplano volcánico, conocidas como Anáhuac, donde se juntan las dos cadenas montañosas, la Sierra Madre Oriental y la Sierra Madre Occidental. Estas dos formaciones recorren el país,

por sus costados, de norte a sur. Entre las dos cadenas surgen diferentes valles y cuencas con un promedio de altitud de 2.000 a 2.500 m. Es una región dominada por grandes conos volcánicos como el Popocatépetl con 5.452 m. o el Ixtlacíhuatl con 5.216 m. (el punto más alto del país es el Pico de Orizaba con 5.700 m. en el Estado de Veracruz). En este valle, que representa un diez por ciento del territorio nacional se concentra más del 50% de la población.

La Sierra Madre del Sur, formada por un grupo de montañas menores, prolongación de las otras dos sierras, se estrechan en el Istmo de Tehuantepec y continúan hasta Guatemala, mientras que en el norte, la Península de Yucatán se extiende plana y cubierta de vegetación. La mayor parte del territorio mexicano se caracteriza por la presencia de montañas y mesetas, a excepción de los estados del norte, donde predominan los desiertos que contrastan con la exuberante vegetación de las zonas del sur.

Los ríos, en su mayoría, son cortos y estrechos, con un curso que desemboca rápidamente en el mar. Por otro lado, México tiene más de 10.000 kms. de costas, rodeado por cuatro grandes mares u océanos: el Océano Pacífico, el Mar de Cortés, el Golfo de México y el Mar Caribe. El país está dividido políticamente en 31 Estados y un Distrito Federal.

Imagen 17



Fuente: www.mapasmexico.net

3.1.2 Mezolocalización (estado).

Imagen 18



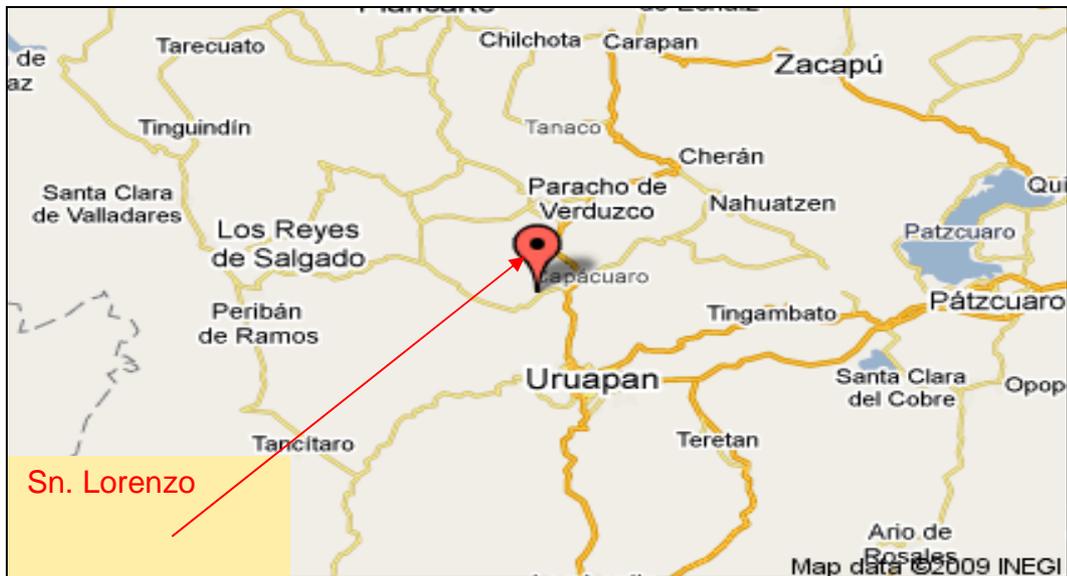
De acuerdo con la página de Internet www.michoacan.gob.mx el Estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 17°54'34" y 20°23'37" de latitud Norte y los 100°03'23" y 103°44'09" de longitud Oeste.

El Estado de Michoacán cubre una extensión de 5,986,400 hectáreas (59,864 km²) que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional, con un litoral que se extiende a lo largo de 210.5 Km. sobre el Océano Pacífico. Colinda al Norte con los Estados de Guanajuato y Jalisco; al Sur con el Estado de Guerrero y el Océano Pacífico; mientras que al Este con los Estados de México y Guerrero; al Oeste con los Estados de Colima y Jalisco, finalmente al Noroeste con el Estado de Querétaro.

3.1.3 Microlocalización.

La localidad de San Lorenzo está situada en el Municipio de Uruapan (en el Estado de Michoacán de Ocampo). Y se localiza a 16 kms. de la cabecera municipal, a 2100 metros de altitud; teniendo actualmente 3,640 habitantes.

Imagen 19



Fuente: <http://mexico.pueblosamerica.com/i/san-lorenzo-55/>

3.2 Generalidades del lugar del proyecto.

La principal actividad económica de esta región es la tala forestal, así como también la venta de madera, que en ocasiones, por su desabasto, es importada de las comunidades vecinas, como son Carapan y Ocumicho, la cual es transformada en muebles y son destinados para el comercio; otra de las actividades fuertes de esta comunidad es la siembra de maíz, y aguacate.

Dentro de esta comunidad, su flora es muy variable, ya que predomina el durazno, aguacate, manzano, pinabetes, cedros, encinos, árnica, toronjil, gordolobo, hierbabuena, mirto, ruda, nurite, entre otros; y algunas de estas plantas las utilizan para su venta en diferentes comunidades, incluso, muchas personas se trasladan a Uruapan, Zamora, y otras ciudades para su comercialización.

Su fauna está compuesta por diferentes clases de animales, como son: el venado, conejos, ardillas, tuzas, zorrillo y gato montes; encontrándose como animales de cría las gallinas, pollo, vacas, cerdos y chivos.

Los servicios con los que cuentan son muy escasos, puesto que no cuentan con drenaje ni agua, únicamente tienen luz.

El agua anteriormente era traída del predio “los rosales”, sin embargo, actualmente, se abastecen de agua por medio de pipas que llegan hasta sus hogares para ser depositadas en tambos, o aljibes, que muy pocos tienen.

3.3 Alcance del proyecto.

La siguiente investigación dará a conocer el procedimiento del análisis y diseño de las redes de alcantarillado sanitario por gravedad, para después realizar una comparación con la red existente, con la finalidad de definir las condiciones que guarda la presente tubería.

3.4 Resumen ejecutivo.

Después de conocer la localidad en estudio, se realizó una investigación documental en la cual se presenta el proceso que se debe realizar para la elaboración de un proyecto de alcantarillado sanitario; así como también, se tomó información proporcionada por capasu, como son: planos, levantamientos, perfiles,

secciones, etc. Dicha información es la necesaria para poder realizar los cálculos y así mismo poder llegar a las conclusiones.

En seguida se realizó la investigación de campo, con la finalidad de conocer el lugar donde se realizarán los trabajos, para así mismo verificar el estado actual de las tuberías, obras accesorias, inspección en los pozos de visita, etc.

3.5. Informe fotográfico.

Se presenta un informe fotográfico en el que se observa la problemática de falta de agua potable, como también de la red de alcantarillado sanitario.

El suministro de agua potable que abastece a la comunidad es tomada del predio conocido como Rancho de Los Rosales ubicado al sureste de dicha población, la cual es bombeada hasta un depósito para después distribuirla a la comunidad (Fotografía J y K), en dicha población se observa las tomas de agua potable las cuales no se han utilizado, eso debido a que el sistema de bombeo se encuentra fuera de servicio desde el 2006 debido a las malas condiciones y falta de mantenimiento (Fotografía L), por ello se da la necesidad de abastecerse de agua potable por medio de pipas para depositarla en pozos o tambos (Fotografía M), como también por medio de un ojo de agua el cual es insuficiente para la comunidad (Fotografía N y Ñ). Debido a la falta de drenaje sanitario las descargas originadas por las diferentes actividades son desalojadas dentro de pozos ubicados en los predios,

mientras que otras son descargadas hacia las calles de la comunidad (Fotografía O y P).

Fotografía J



Fotografía K



Fotografía L



Fotografía M



Fotografía N



Fotografía Ñ



Fotografía O



Fotografía P



3.6 Alternativas de solución.

En esta investigación se propondrá una dar solución a la falta de drenaje, por medio de un diseño de una red de alcantarillado que sea funcional, para ello se realizaran los cálculos con la finalidad de obtener el diámetro mas óptimo que sea funcional para dicha red.

CAPÍTULO 4

METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo se analizará la metodología utilizada para el desarrollo de investigación de esta tesis, tomando como inicio, el método empleado, el enfoque de la investigación, alcance, diseño de la investigación, instrumentos de recopilación de datos y por último una descripción del proceso de investigación.

4.1 Método empleado.

Para la presente investigación, fue utilizado el método **matemático, y el analítico**, puesto que durante el proceso de construcción utilizado en la ingeniería civil, se procesan datos numéricos, que son indispensables para obtener resultados exactos que ayuden a la autenticidad del trabajo realizado,

El método matemático se caracteriza ante todo por su exigencia de claridad y rigor, basándose en las ciencias exactas, permitiendo tener una comparativa para obtener nociones derivadas, de importancia, valor económico y capacidad; y así mismo obtener el origen del objeto.

“En cualquier investigación que asiente números de relaciones constantes, variedad de hipótesis, diversidad de comprobaciones y éstas se tomen en cuenta para firmar o negar algo, se está aplicando el método cuantitativo.”

(Mendieta; 2005: 49).

Como se dijo anteriormente, esta investigación es basada también en el **método analítico**, por que se fundamenta la observación y examen de hechos, realizando un análisis de datos; que consiste en la descomposición de un todo en sus elementos.

Según Jurado Rojas (2006), este método distingue los elementos de un fenómeno y permite revisar cada uno de ellos por separado, como lo realiza la química, la física y la biología, para luego a partir de él y de la experimentación de varios números de casos, establecer leyes universales.

Para realizar una investigación analítica, se tiene que cubrir sistemáticamente varias fases de manera continua que son: La observación, descripción, descomposición del fenómeno, enumeración de sus partes, ordenación y clasificación.

4.2 Enfoque de la investigación.

Éste trabajo de investigación presenta un enfoque cuantitativo ya que se recolectan datos para probar hipótesis con base en la mediación numérica y el análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento. De acuerdo con Hernández Sampieri (2006), este tipo de investigación ofrece una generalización de los resultados más ampliamente, otorga un control sobre los fenómenos y un punto de vista de conteo y magnitudes de éstos. Brinda una posibilidad de réplica y un enfoque en puntos específicos y facilita la comparación entre estudios similares.

La presente investigación de tesis se enfoca a la realización de un diseño de una red de alcantarillado, en base a la observación de las necesidades de la comunidad, siendo así mismo por lo que se está empleando la investigación

cuantitativa para analizar las características de la población y realizar el proyecto en base a las especificaciones de la CNA.

4.2.1 Alcance.

De acuerdo con Hernández Sampieri (2006), el estudio de la investigación presenta un alcance descriptivo, ya que se pretende describir situaciones, eventos y hechos; es decir, como es y como se manifiesta cada fenómeno estudiado. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las características, situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos, personas o del fenómeno en estudio. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables, tratando de medir, evaluar o recolectar datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno que se analice.

Esta investigación se realiza sobre una población que no cuenta con alcantarillado sanitario, para lo cual, se deberán investigar las características generales de la población, para así mismo poder realizar el diseño adecuado.

4.3 Diseño de la investigación.

De acuerdo con Hernández Sampieri (2006) el diseño de esta investigación es *no experimental*, la cual se clasifica en: dimensión temporal o un número de momentos o puntos en el tiempo, en el cual se recopilan datos importantes para la

investigación. Dichos diseños no experimentales se pueden clasificar en transeccionales y longitudinales; siendo el diseño transeccional el que será utilizado para éste trabajo.

4.3.1. Investigación Transeccional o Transversal.

Como señala Hernández Sampieri (2006), la investigación transversal recolecta datos en un sólo momento, en un tiempo único. Describe variables y analiza su incidencia e interrelación en un momento dado, es como tomar una fotografía de algo que sucede.

La medición bajo el enfoque cuantitativo, ocurre en un momento único. A su vez los diseños transeccionales se dividen en tres partes: exploratorios, descriptivos y correlacionales.

4.4.- Instrumentos de recopilación de datos.

Para recaudar la información, se tomó en cuenta la observación cuantitativa, ya que a través de esta se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables.

La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación o correlación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada.

El autor Hernández Sampieri (2006), argumenta que es frecuente que se incluyan varios tipos de cuestionarios en el mismo tiempo, las pruebas necesarias y la recolección de algunos contenidos para el análisis estadístico. Ya que en investigaciones cualitativas se usan entrevistas, algunas observaciones y documentos para tener diferentes apreciaciones sobre las variables, contextos y las personas.

Recolectar los datos implica:

- a) Seleccionar uno o varios métodos disponibles o desarrollarlos, tanto cualitativos como cuantitativos, dependiendo del tipo de estudio, de su planteamiento y de los alcances de la investigación.
- b) Aplicar los instrumentos necesarios.
- c) Se tienen que preparar adecuadamente las mediciones que se obtuvieron o los datos obtenidos en el levantamiento para ser analizados correctamente.
 - En el enfoque cuantitativo, el recolectar datos equivale a medir; y el medir es el proceso de vincular los conceptos con indicadores empíricos, mediante una clasificación, siempre se miden las variables contenidas en las hipótesis.
 - En toda recolección de datos debe de existir una confiabilidad y una validez; siendo que la confiabilidad cuantitativa se refiere al grado de que la aplicación repetida de un instrumento de medición al mismo sujeto, de resultados iguales, y la validez cuantitativa se refiere al grado en que un

instrumento mide realmente la variable que se pretende medir. Lo que puede afectar la validez cuantitativa es la improvisación, utilizar instrumentos hechos en el extranjero y que no han sido validados para nuestro contexto.

- No existe medición perfecta, pero en sí el error que se percate se reduce a límites tolerables.
- La confiabilidad cuantitativa que se tiene se determina calculando un coeficiente de confiabilidad, estos varían entre 0 y 1, siendo que 0=nula confiabilidad y 1=total confiabilidad.
- La evidencia sobre la validez de criterio (cuantitativa) se obtiene comparando los resultados de aplicar el instrumento de medición contra los resultados de un criterio externo.

Los pasos que se siguen para elaborar un instrumento de medición son:

1. Se enlistan las variables a medir.
2. Revisar sus definiciones conceptuales y operacionales.
3. Elegir uno ya desarrollado o se construye uno propio.
4. Indicar niveles de medición de las variables (nominal, ordinal, por intervalos y de razón).
5. Indicar cómo se habrán de codificar los datos.
6. Aplicar prueba piloto.
7. Construir su versión definitiva.

En este trabajo de investigación se utilizaron otros instrumentos de investigación computacionales, como es el programa de Autocad, el cual es un programa de dibujo técnico, que facilitara la realización de los planos del trazo de la red, etc. Otro programa importante es el uso de Excel el cual consiste en una hoja de cálculo, utilizada para realizar fórmulas matemáticas y cálculos, que facilitara el ordenamiento y a su vez analizar información para tomar decisiones con más fundamento.

4.5. Descripción del Procedimiento de Investigación.

La presente investigación se desarrolló partiendo de la elección de una comunidad, la cual no cuenta con el sistema de drenaje sanitario, por tal razón, se optó por realizar el diseño de dicho sistema, posteriormente, se continuó con la investigación documental, con la finalidad de recopilar la información teórica que sustentará el diseño de dicho proyecto. De igual manera, se visitó el lugar con la finalidad de conocer la topografía del lugar, las características físicas, el entorno que lo rodea, entre otras. Posteriormente, se realizó el trazo de la red para así mismo continuar con los cálculos y captura de datos utilizando programas computacionales como los mencionados anteriormente, para en último lugar, obtener la red de drenaje sanitaria más adecuada la cual cumpla con las necesidades de la comunidad, y así mismo poder llegar a las conclusiones finales y responder a la pregunta de investigación que originó dicha investigación.

4.6.- Análisis de resultados.

En éste apartado se presentarán los datos de proyecto, los cuales son necesarios para realizar el diseño de la red de drenaje sanitario; de tal manera que se cumplan los lineamientos y las especificaciones establecidas por la CNA.

4.6.1.- Memoria descriptiva.

La localidad en estudio esta formada aproximadamente por 728 lotes, considerando en cada uno de ellos, 5 habitantes. El uso del suelo se destinará a casas de habitaciones unifamiliares.

El funcionamiento del sistema de alcantarillado estará basado en el aprovechamiento de las condiciones topográficas favorables, por lo que se seguirá el escurrimiento de los causes naturales, proponiéndose para tal fin, un sistema de recolección combinado. Las pendientes de las plantillas se propondrán de tal manera que respeten las velocidades minima y máxima permisible, pero siguiendo en lo posible la pendiente del terreno, tratando de llevar un paralelismo que evite excavaciones profundas.

Se utilizará como material para las tuberías el polietileno corrugado, con los diámetros comerciales necesarios, resultantes del cálculo. Para la realización del calculo hidráulico se empleara la formula de Manning, revisando que las velocidades reales que se presentan con el gasto calculado para el tramo en estudio estén dentro del rango permisible para la pendiente y el diámetro propuesto. La siguiente tabla muestra los datos de proyecto necesarios para el cálculo.

Tabla 7

DATOS DE PROYECTO		
Número de lotes (7.5 x 30 m)	728.0	Lotes
Número de habitantes por lote	5	Hab/lote
Población de proyecto	3640	Hab.
Densidad de población lineal	0.258	
Dotación	300	lts/Hab/día
Coefficiente de aportación	0.8	
Aportación	240	lts/Hab/día
Longitud total de la red	14119.583	m
Sistema de eliminación	Separado	
Velocidad mínima	0.3	m/s
Velocidad máxima	5	m/s
Fórmulas	Mannig y Harmon	
Gastos de proyecto		
Gasto medio	10.11	l/s
Gasto mínimo	5.06	l/s
Gasto máximo instantáneo	34.07	l/s
Gasto máximo extraordinario	51.11	l/s
Coefficiente de previsión de seguridad	1.5	

4.6.2.- Cálculos.

A continuación se presentan los cálculos realizados para la obtención del sistema de la red de drenaje sanitario.

TRAMO	LONGITUDES (mts.)			DENSIDAD (HAB/M)	POBLACION	COEF. DE HARMON	APORTACION lts/Hab/dia	INFIL- TRACIONES	GASTOS (l/s)				COTAS DEL TERRENO		PENDIENTE DEL TERRENO (St)
	PROPIA	TRIBUTARIA	ACUMULADA						MINIMO	MEDIO	MAXIMO INSTANT.	MAXIMO EXTRAORD.	INICIAL	FINAL	
1-2	54,627	0	54,627	0,258	14	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	215,828	214,316	27,7
6-2	72,518	0	72,518	0,258	19	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	214,460	214,316	2,0
2-3	100,001	127,145	227,146	0,258	59	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	214,316	213,683	6,3
3-4	110,000	227,146	337,146	0,258	87	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	213,683	212,989	6,3
4-5	88,872	337,146	426,018	0,258	110	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	212,989	212,841	1,7
5-11	117,755	426,018	543,773	0,258	140	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	212,841	210,123	23,1
2-7	120,833	0	120,833	0,258	31	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	214,316	211,830	20,6
8-7	69,621	0	69,621	0,258	18	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	212,045	211,830	3,1
7-9	119,506	190,454	309,960	0,258	80	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	211,830	211,214	5,2
9-10	120,063	309,96	430,023	0,258	111	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	211,214	210,596	5,1
10-11	91,725	430,023	521,748	0,258	135	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	210,596	210,123	5,2
11-17	91,864	1065,521	1157,385	0,258	298	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	210,123	207,085	33,1
14-15	82,208	0	82,208	0,258	21	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	208,247	207,804	5,4
15-16	69,363	82,208	151,571	0,258	39	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	207,804	207,322	6,9
16-17	87,119	151,571	238,690	0,258	62	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	207,322	207,085	2,7
17-28	84,312	1396,075	1480,387	0,258	382	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	207,085	204,687	28,4
28-29	80,218	1480,387	1560,605	0,258	402	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	204,687	202,370	28,9
29-30	119,818	1560,605	1680,423	0,258	433	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	202,370	198,140	35,3
7-12	73,452	0	73,452	0,258	19	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	211,830	209,196	35,9
160-12	66,303	0	66,303	0,258	17	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	209,394	209,196	3,0
12-13	66,434	139,755	206,189	0,258	53	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	209,196	207,739	21,9
14-13	120,243	0	120,243	0,258	31	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	208,247	207,739	4,2
13-18	71,862	326,432	398,294	0,258	103	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	207,739	207,029	9,9
18-19	70,040	398,294	468,334	0,258	121	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	207,029	206,336	9,9
19-20	120,353	468,334	588,687	0,258	152	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	206,336	205,263	8,9
20-21	82,102	588,687	670,789	0,258	173	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	205,263	204,532	8,9
21-22	81,077	670,789	751,866	0,258	194	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	204,532	203,809	8,9
16-23	70,000	0	70,000	0,258	18	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	207,322	205,351	28,2
23-22	74,437	70	144,437	0,258	37	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	205,351	203,809	20,7
22-24	73,054	896,303	969,357	0,258	250	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	203,809	202,877	12,8
172-24	76,612	0	76,612	0,258	20	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	203,106	202,877	3,0
24-25	70,000	1045,969	1115,969	0,258	288	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	202,877	201,977	12,9
25-26	74,838	1115,969	1190,807	0,258	307	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	201,977	199,217	36,9
26-27	60,624	1190,807	1251,431	0,258	323	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	199,217	198,172	17,2
27-30	10,517	1251,431	1261,948	0,258	325	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	198,172	198,140	3,0
68-52	91,093	0	91,093	0,258	23	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	224,666	219,584	55,8
51-52	67,552	0	67,552	0,258	17	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	220,327	219,584	11,0
52-53	24,722	158,645	183,367	0,258	47	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	219,584	218,445	46,1
54-53	80,100	0	80,100	0,258	21	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	218,992	218,445	6,8
53-49	19,635	263,467	283,102	0,258	73	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	218,445	217,778	34,0
48-49	91,975	0	91,975	0,258	24	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	219,330	217,778	16,9
49-50	89,548	375,077	464,625	0,258	120	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	217,778	215,669	23,6
50-46	55,781	464,625	520,406	0,258	134	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	215,669	214,356	23,5
33-45	83,727	0	83,727	0,258	22	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	217,503	215,395	25,2

TRAMO	PENDIENTE DE PLANTILLA (Sp)	DIAMETRO (cm) Ø	Coef. De rugosidad de tubería (n)	CONDICION DE TUBO LLENO VELOCID.(m/s)	CONDICION DE TUBO LLENO GASTO (l/s)	Relacion qmin./Qtubo lleno.	Tabla Vmin/Vtubo lleno	Relacion Qmax.ext./Qtubo lleno	Tabla Vmin/Vtubo lleno	VELOCIDADES DE TRABAJO	
										MINIMA (m/s)	MAXIMA (m/s)
1-2	28.00	30	0.009	3.31	233.73	0.006	0.260	0.037	0.480	0.86	1.59
6-2	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
2-3	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.073	0.589	0.61	0.97
3-4	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.073	0.589	0.61	0.97
4-5	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
5-11	24.00	30	0.009	3.06	216.39	0.007	0.280	0.040	0.485	0.86	1.48
2-7	21.00	30	0.009	2.86	202.41	0.007	0.280	0.042	0.499	0.80	1.43
8-7	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
7-9	6.00	30	0.009	1.53	108.20	0.014	0.371	0.079	0.591	0.57	0.90
9-10	6.00	30	0.009	1.53	108.20	0.014	0.371	0.079	0.591	0.57	0.90
10-11	6.00	30	0.009	1.53	108.20	0.014	0.371	0.079	0.591	0.57	0.90
11-17	34.00	30	0.009	3.64	257.56	0.006	0.260	0.033	0.457	0.95	1.67
14-15	6.00	30	0.009	1.53	108.20	0.014	0.371	0.079	0.591	0.57	0.90
15-16	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.073	0.589	0.61	0.97
16-17	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
17-28	29.00	30	0.009	3.37	237.87	0.006	0.260	0.036	0.479	0.87	1.61
28-29	29.00	30	0.009	3.37	237.87	0.006	0.260	0.036	0.479	0.87	1.61
29-30	36.00	30	0.009	3.75	265.02	0.006	0.260	0.032	0.451	0.97	1.69
7-12	36.00	30	0.009	3.75	265.02	0.006	0.260	0.032	0.451	0.97	1.69
160-12	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
12-13	22.00	30	0.009	2.93	207.18	0.007	0.280	0.041	0.499	0.82	1.46
14-13	5.00	30	0.009	1.40	98.77	0.015	0.385	0.087	0.611	0.54	0.85
13-18	10.00	30	0.009	1.98	139.68	0.011	0.352	0.061	0.542	0.70	1.07
18-19	10.00	30	0.009	1.98	139.68	0.011	0.352	0.061	0.542	0.70	1.07
19-20	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.065	0.545	0.66	1.02
20-21	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.065	0.545	0.66	1.02
21-22	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.065	0.545	0.66	1.02
16-23	29.00	30	0.009	3.37	237.87	0.006	0.260	0.036	0.479	0.87	1.61
23-22	21.00	30	0.009	2.86	202.41	0.007	0.280	0.042	0.499	0.80	1.43
22-24	13.00	30	0.009	2.25	159.26	0.009	0.343	0.054	0.531	0.77	1.20
172-24	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
24-25	13.00	30	0.009	2.25	159.26	0.009	0.343	0.054	0.531	0.77	1.20
25-26	37.00	30	0.009	3.80	268.68	0.006	0.260	0.032	0.451	0.99	1.71
26-27	18.00	30	0.009	2.65	187.40	0.008	0.281	0.046	0.498	0.74	1.32
27-30	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
68-52	56.00	30	0.009	4.68	330.54	0.005	0.259	0.026	0.419	1.21	1.96
51-52	12.00	30	0.009	2.16	153.01	0.010	0.350	0.056	0.535	0.76	1.16
52-53	47.00	30	0.009	4.28	302.82	0.005	0.259	0.028	0.440	1.11	1.88
54-53	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.073	0.589	0.61	0.97
53-49	35.00	30	0.009	3.70	261.32	0.006	0.260	0.033	0.457	0.96	1.69
48-49	17.00	30	0.009	2.58	182.12	0.008	0.281	0.047	0.499	0.72	1.29
49-50	24.00	30	0.009	3.06	216.39	0.007	0.280	0.040	0.496	0.86	1.52
50-46	24.00	30	0.009	3.06	216.39	0.007	2.800	0.040	0.495	8.57	1.52
33-45	26.00	30	0.009	3.19	225.23	0.007	0.280	0.038	0.489	0.89	1.56

TRAMO	COLCHON (m)	PLANTILLA (m)	COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)		VOLUMEN (m3)		
			INICIAL	FINAL		POZO	MEDIA	EXCAVACION	PLANTILLA	RELLENO
1-2	0.90	0.10	214.528	212.998	0.4	1.30	1.309	28.598	2.19	22.55
6-2	0.90	0.10	213.160	212.942	0.4	1.30	1.337	38.776	2.90	30.75
2-3	0.90	0.10	213.016	212.316	0.4	1.30	1.334	53.341	4.00	42.27
3-4	0.90	0.10	212.383	211.613	0.4	1.30	1.338	58.872	4.40	46.70
4-5	0.90	0.10	211.689	211.422	0.4	1.30	1.359	48.322	3.55	38.48
5-11	0.90	0.10	211.541	208.715	0.4	1.30	1.354	63.779	4.71	50.75
2-7	0.90	0.10	213.016	210.479	0.4	1.30	1.326	64.078	4.83	50.70
8-7	0.90	0.10	210.745	210.467	0.4	1.30	1.332	37.087	2.78	29.38
7-9	0.90	0.10	210.530	209.813	0.4	1.30	1.351	64.558	4.78	51.33
9-10	0.90	0.10	209.914	209.194	0.4	1.30	1.351	64.891	4.80	51.60
10-11	0.90	0.10	209.296	208.746	0.4	1.30	1.339	49.116	3.67	38.96
11-17	0.90	0.10	208.823	205.700	0.4	1.30	1.343	49.338	3.67	39.17
14-15	0.90	0.10	206.947	206.454	0.4	1.30	1.325	43.574	3.29	34.48
15-16	0.90	0.10	206.504	206.018	0.4	1.30	1.302	36.118	2.77	28.44
16-17	0.90	0.10	206.022	205.761	0.4	1.30	1.312	45.726	3.48	36.08
17-28	0.90	0.10	205.785	203.340	0.4	1.30	1.324	44.636	3.37	35.30
28-29	0.90	0.10	203.387	201.061	0.4	1.30	1.305	41.863	3.21	32.98
29-30	0.90	0.10	201.070	196.757	0.4	1.30	1.342	64.305	4.79	51.04
7-12	0.90	0.10	210.530	207.886	0.4	1.30	1.305	38.346	2.94	30.22
160-12	0.90	0.10	208.094	207.829	0.4	1.30	1.334	35.369	2.65	28.03
12-13	0.90	0.10	207.896	206.434	0.4	1.30	1.302	34.606	2.66	27.25
14-13	0.90	0.10	206.947	206.346	0.4	1.30	1.347	64.768	4.81	51.46
13-18	0.90	0.10	206.439	205.720	0.4	1.30	1.304	37.492	2.87	29.54
18-19	0.90	0.10	205.729	205.029	0.4	1.30	1.304	36.524	2.80	28.77
19-20	0.90	0.10	205.036	203.953	0.4	1.30	1.305	62.829	4.81	49.51
20-21	0.90	0.10	203.963	203.224	0.4	1.30	1.304	42.823	3.28	33.74
21-22	0.90	0.10	203.232	202.502	0.4	1.30	1.303	42.269	3.24	33.29
16-23	0.90	0.10	206.022	203.992	0.4	1.30	1.330	37.226	2.80	29.48
23-22	0.90	0.10	204.051	202.488	0.4	1.30	1.311	39.023	2.98	30.78
22-24	0.90	0.10	202.509	201.559	0.4	1.30	1.309	38.247	2.92	30.16
172-24	0.90	0.10	201.806	201.500	0.4	1.30	1.339	41.025	3.06	32.55
24-25	0.90	0.10	201.577	200.667	0.4	1.30	1.305	36.540	2.80	28.79
25-26	0.90	0.10	200.677	197.908	0.4	1.30	1.305	39.051	2.99	30.77
26-27	0.90	0.10	197.917	196.826	0.4	1.30	1.323	32.085	2.42	25.37
27-30	0.90	0.10	196.872	196.830	0.4	1.30	1.305	5.490	0.42	4.33
68-52	0.90	0.10	223.366	218.265	0.4	1.30	1.310	47.718	3.64	37.64
51-52	0.90	0.10	219.027	218.216	0.4	1.30	1.334	36.041	2.70	28.56
52-53	0.90	0.10	218.284	217.122	0.4	1.30	1.311	12.969	0.99	10.23
54-53	0.90	0.10	217.692	217.131	0.4	1.30	1.307	41.871	3.20	33.01
53-49	0.90	0.10	217.145	216.458	0.4	1.30	1.310	10.290	0.79	8.12
48-49	0.90	0.10	218.030	216.466	0.4	1.30	1.306	48.040	3.68	37.86
49-50	0.90	0.10	216.478	214.329	0.4	1.30	1.320	47.284	3.58	37.37
50-46	0.90	0.10	214.369	213.030	0.4	1.30	1.313	29.293	2.23	23.12
33-45	0.90	0.10	216.203	214.026	0.4	1.30	1.334	44.692	3.35	35.42

TRAMO	LONGITUDES (mts.)			DENSIDAD (HAB/M)	POBLACION	COEF. DE HARMON	APORTACION lts/Hab/dia	INFIL- TRACIONES	GASTOS (l/s)				COTAS DEL TERRENO		PENDIENTE DEL TERRENO (St)
	PROPIA	TRIBUTARIA	ACUMULADA						MINIMO	MEDIO	MAXIMO INSTANT.	MAXIMO EXTRAORD.	INICIAL	FINAL	
155-45	51.607	0	51.607	0.258	13	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	215.549	215.395	3.0
45-46	112.099	135.334	247.433	0.258	64	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	215.395	214.356	9.3
46-37	106.412	767.839	874.251	0.258	225	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	214.356	212.307	19.3
32-33	23.828	0	23.828	0.258	6	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	217.943	217.503	18.5
33-34	82.882	23.828	106.710	0.258	28	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	217.503	214.868	31.8
34-35	38.136	106.71	144.846	0.258	37	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	214.868	214.108	19.9
35-36	21.245	144.846	166.091	0.258	43	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	214.108	213.420	32.4
36-37	95.571	166.091	261.662	0.258	67	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.420	212.307	11.6
37-40	71.907	1135.913	1207.820	0.258	311	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.307	210.364	27.0
36-39	65.712	0	65.712	0.258	17	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.420	212.210	18.4
39-40	86.961	65.712	152.673	0.258	39	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.210	210.364	21.2
40-43	69.834	1360.493	1430.327	0.258	369	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	210.364	208.526	26.3
39-42	64.770	0	64.770	0.258	17	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.210	210.756	22.4
42-43	76.795	64.77	141.565	0.258	36	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	210.756	208.526	29.0
43-55	74.854	1571.892	1646.746	0.258	425	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.526	206.613	25.6
70-55	73.415	0	73.415	0.258	19	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.705	206.613	1.3
42-56	76.360		76.360	0.258	20	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	210.756	209.136	21.2
56-55	64.977	76.36	141.337	0.258	36	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	209.136	206.613	38.8
55-57	75.021	1861.498	1936.519	0.258	499	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.613	205.306	17.4
57-58	73.952	1936.519	2010.471	0.258	518	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	205.306	205.085	3.0
65-66	87.162	0	87.162	0.258	22	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	229.157	229.131	0.3
66-67	63.329	87.162	150.491	0.258	39	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	229.131	224.385	74.9
68-67	84.220	0	84.220	0.258	22	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	224.666	224.385	3.3
67-54	120.369	234.711	355.080	0.258	92	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	224.385	218.992	44.8
75-54	89.224	0	89.224	0.258	23	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	219.734	218.992	8.3
54-69	88.912	444.304	533.216	0.258	137	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	218.992	216.327	30.0
69-47	76.871	533.216	610.087	0.258	157	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	216.327	214.022	30.0
46-47	77.415	0	77.415	0.258	20	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	214.356	214.022	4.3
77-47	82.882	0	82.882	0.258	21	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	215.150	214.022	13.6
47-38	112.413	770.384	882.797	0.258	228	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	214.022	212.179	16.4
37-38	73.162	0	73.162	0.258	19	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.307	212.179	1.7
38-41	73.209	955.959	1029.168	0.258	265	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.179	209.864	31.6
40-41	71.691	0	71.691	0.258	18	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	210.364	209.864	7.0
41-44	73.958	1100.859	1174.817	0.258	303	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	209.864	208.200	22.5
43-44	72.406	0	72.406	0.258	19	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.526	208.200	4.5
44-70	76.817	1247.223	1324.040	0.258	341	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.200	206.705	19.5
70-58	73.039	1324.04	1397.079	0.258	360	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.705	205.085	22.2
58-71	27.277	3407.55	3434.827	0.258	885	3.80	240		1.50	2.46	9.35	14.02	205.085	204.477	22.3
89-71	43.679		43.679	0.258	11	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	205.160	204.477	15.6
71-59	48.026	3478.506	3526.532	0.258	909	3.80	240		1.50	2.53	9.60	14.39	204.477	204.074	8.4
19-31	70.392	0	70.392	0.258	18	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.336	205.513	11.7
31-171	44.282	70.392	114.674	0.258	30	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	205.513	204.297	27.5
171-170	7.956	114.674	122.630	0.258	32	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	204.297	204.274	2.9
170-59	66.731	122.63	189.361	0.258	49	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	204.274	204.074	3.0

TRAMO	PENDIENTE DE PLANTILLA (Sp)	DIAMETRO (cm) Ø	Coef. De rugosidad de tubería (n)	CONDICION DE TUBO LLENO VELOCID.(m/s)	CONDICION DE TUBO LLENO GASTO (l/s)	Relacion qmin./Qtubo lleno.	Tabla Vmin/Vtubo lleno	Relacion Qmax.ext./Qtubo lleno	Tabla Vmin/Vtubo lleno	VELOCIDADES DE TRABAJO	
										MINIMA (m/s)	MAXIMA (m/s)
155-45	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
45-46	10.00	30	0.009	1.98	139.68	0.011	0.352	0.061	0.542	0.70	1.07
46-37	20.00	30	0.009	2.79	197.54	0.008	0.281	0.043	0.491	0.79	1.37
32-33	19.00	30	0.009	2.72	192.53	0.008	0.281	0.044	0.494	0.77	1.35
33-34	32.00	30	0.009	3.53	249.87	0.006	0.260	0.034	0.461	0.92	1.63
34-35	20.00	30	0.009	2.79	197.54	0.008	0.281	0.043	0.491	0.79	1.37
35-36	33.00	30	0.009	3.59	253.74	0.006	0.260	0.034	0.461	0.93	1.65
36-37	12.00	30	0.009	2.16	153.01	0.010	0.350	0.056	0.535	0.76	1.16
37-40	28.00	30	0.009	3.31	233.73	0.006	0.260	0.037	0.480	0.86	1.59
36-39	19.00	30	0.009	2.72	192.53	0.008	0.281	0.044	0.494	0.77	1.35
39-40	22.00	30	0.009	2.93	207.18	0.007	0.280	0.041	0.499	0.82	1.46
40-43	27.00	30	0.009	3.25	229.52	0.007	0.280	0.037	0.480	0.91	1.56
39-42	23.00	30	0.009	3.00	211.83	0.007	0.280	0.040	0.495	0.84	1.48
42-43	30.00	30	0.009	3.42	241.93	0.006	0.260	0.035	0.451	0.89	1.54
43-55	26.00	30	0.009	3.19	225.23	0.007	0.280	0.038	0.489	0.89	1.56
70-55	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
42-56	22.00	30	0.009	2.93	207.18	0.007	0.280	0.041	0.499	0.82	1.46
56-55	39.00	30	0.009	3.90	275.84	0.005	0.259	0.031	0.450	1.01	1.76
55-57	18.00	30	0.009	2.65	187.40	0.008	0.281	0.046	0.498	0.74	1.32
57-58	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
65-66	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
66-67	75.00	30	0.009	5.41	382.53	0.004	0.252	0.022	0.438	1.36	2.37
68-67	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
67-54	45.00	30	0.009	4.19	296.30	0.005	0.259	0.029	0.461	1.09	1.93
75-54	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.065	0.545	0.66	1.02
54-69	31.00	30	0.009	3.48	245.93	0.006	0.260	0.035	0.451	0.90	1.57
69-47	31.00	30	0.009	3.48	245.93	0.006	0.260	0.035	0.451	0.90	1.57
46-47	5.00	30	0.009	1.40	98.77	0.015	0.385	0.087	0.611	0.54	0.85
77-47	14.00	30	0.009	2.34	165.27	0.009	0.343	0.052	0.532	0.80	1.24
47-38	17.00	30	0.009	2.58	182.12	0.008	0.281	0.047	0.499	0.72	1.29
37-38	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
38-41	32.00	30	0.009	3.53	249.87	0.006	0.260	0.034	0.461	0.92	1.63
40-41	8.00	30	0.009	1.77	124.93	0.012	0.350	0.068	0.570	0.62	1.01
41-44	23.00	30	0.009	3.00	211.83	0.007	0.280	0.040	0.495	0.84	1.48
43-44	5.00	30	0.009	1.40	98.77	0.015	0.385	0.087	0.611	0.54	0.85
44-70	20.00	30	0.009	2.79	197.54	0.008	0.281	0.043	0.491	0.79	1.37
70-58	23.00	30	0.009	3.00	211.83	0.007	0.280	0.040	0.495	0.84	1.48
58-71	23.00	30	0.009	3.00	211.83	0.007	0.280	0.066	0.581	0.84	1.74
89-71	16.00	30	0.009	2.50	176.68	0.008	0.281	0.048	0.525	0.70	1.31
71-59	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.109	0.601	0.66	1.13
19-31	12.00	30	0.009	2.16	153.01	0.010	0.350	0.056	0.535	0.76	1.16
31-171	28.00	30	0.009	3.31	233.73	0.006	0.260	0.037	0.480	0.86	1.59
171-170	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
170-59	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80

TRAMO	COLCHON (m)	PLANTILLA (m)	COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)		VOLUMEN (m3)		
			INICIAL	FINAL		POZO	MEDIA	EXCAVACION	PLANTILLA	RELLENO
155-45	0.90	0.10	214.249	214.043	0.4	1.30	1.326	27.377	2.06	21.66
45-46	0.90	0.10	214.095	212.974	0.4	1.30	1.341	60.130	4.48	47.72
46-37	0.90	0.10	213.056	210.928	0.4	1.30	1.340	57.021	4.26	45.24
32-33	0.90	0.10	216.643	216.190	0.4	1.30	1.306	12.451	0.95	9.81
33-34	0.90	0.10	216.203	213.551	0.4	1.30	1.309	43.384	3.32	34.21
34-35	0.90	0.10	213.568	212.805	0.4	1.30	1.301	19.851	1.53	15.63
35-36	0.90	0.10	212.808	212.107	0.4	1.30	1.307	11.103	0.85	8.75
36-37	0.90	0.10	212.120	210.973	0.4	1.30	1.317	50.344	3.82	39.77
37-40	0.90	0.10	211.007	208.994	0.4	1.30	1.335	38.404	2.88	30.44
36-39	0.90	0.10	212.120	210.871	0.4	1.30	1.319	34.677	2.63	27.40
39-40	0.90	0.10	210.910	208.997	0.4	1.30	1.334	46.387	3.48	36.76
40-43	0.90	0.10	209.064	207.178	0.4	1.30	1.324	36.977	2.79	29.25
39-42	0.90	0.10	210.910	209.420	0.4	1.30	1.318	34.143	2.59	26.97
42-43	0.90	0.10	209.456	207.152	0.4	1.30	1.337	41.068	3.07	32.57
43-55	0.90	0.10	207.226	205.280	0.4	1.30	1.317	39.421	2.99	31.14
70-55	0.90	0.10	205.405	205.185	0.4	1.30	1.364	40.059	2.94	31.93
42-56	0.90	0.10	209.456	207.776	0.4	1.30	1.330	40.622	3.05	32.17
56-55	0.90	0.10	207.836	205.302	0.4	1.30	1.306	33.932	2.60	26.74
55-57	0.90	0.10	205.313	203.963	0.4	1.30	1.322	39.662	3.00	31.36
57-58	0.90	0.10	204.006	203.710	0.4	1.30	1.337	39.561	2.96	31.38
65-66	0.90	0.10	227.857	227.596	0.4	1.30	1.418	49.429	3.49	39.78
66-67	0.90	0.10	227.831	223.081	0.4	1.30	1.302	32.978	2.53	25.97
68-67	0.90	0.10	223.366	223.029	0.4	1.30	1.328	44.736	3.37	35.41
67-54	0.90	0.10	223.085	217.668	0.4	1.30	1.312	63.160	4.81	49.84
75-54	0.90	0.10	218.434	217.631	0.4	1.30	1.331	47.485	3.57	37.61
54-69	0.90	0.10	217.692	214.936	0.4	1.30	1.346	47.857	3.56	38.02
69-47	0.90	0.10	215.027	212.644	0.4	1.30	1.339	41.172	3.07	32.66
46-47	0.90	0.10	213.056	212.669	0.4	1.30	1.327	41.078	3.10	32.51
77-47	0.90	0.10	213.850	212.690	0.4	1.30	1.316	43.635	3.32	34.46
47-38	0.90	0.10	212.722	210.811	0.4	1.30	1.334	59.984	4.50	47.54
37-38	0.90	0.10	211.007	210.788	0.4	1.30	1.346	39.383	2.93	31.28
38-41	0.90	0.10	210.879	208.536	0.4	1.30	1.314	38.474	2.93	30.37
40-41	0.90	0.10	209.064	208.490	0.4	1.30	1.337	38.334	2.87	30.40
41-44	0.90	0.10	208.564	206.863	0.4	1.30	1.319	39.006	2.96	30.82
43-44	0.90	0.10	207.226	206.864	0.4	1.30	1.318	38.173	2.90	30.16
44-70	0.90	0.10	206.900	205.364	0.4	1.30	1.321	40.580	3.07	32.08
70-58	0.90	0.10	205.405	203.725	0.4	1.30	1.330	38.855	2.92	30.77
58-71	0.90	0.10	203.785	203.158	0.4	1.30	1.310	14.290	1.09	11.27
89-71	0.90	0.10	203.860	203.161	0.4	1.30	1.308	22.852	1.75	18.02
71-59	0.90	0.10	203.177	202.745	0.4	1.30	1.315	25.254	1.92	19.94
19-31	0.90	0.10	205.036	204.191	0.4	1.30	1.311	36.909	2.82	29.12
31-171	0.90	0.10	204.213	202.973	0.4	1.30	1.312	23.238	1.77	18.34
171-170	0.90	0.10	202.997	202.973	0.4	1.30	1.300	4.139	0.32	3.26
170-59	0.90	0.10	202.974	202.707	0.4	1.30	1.333	35.593	2.67	28.21

TRAMO	LONGITUDES (mts.)			DENSIDAD (HAB/M)	POBLACION	COEF. DE HARMON	APORTACION lts/Hab/dia	INFIL- TRACIONES	GASTOS (l/s)				COTAS DEL TERRENO		PENDIENTE DEL TERRENO (St)
	PROPIA	TRIBUTARIA	ACUMULADA						MINIMO	MEDIO	MAXIMO INSTANT.	MAXIMO EXTRAORD.	INICIAL	FINAL	
59-60	76.113	3715.893	3792.006	0.258	978	3.80	240		1.50	2.72	10.32	15.48	204.074	203.575	6.6
60-61	74.810	3792.006	3866.816	0.258	997	3.80	240		1.50	2.77	10.52	15.78	203.575	203.351	3.0
67-73	93.210		93.210	0.258	24	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	224.385	224.233	1.6
72-73	46.709		46.709	0.258	12	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	226.322	224.233	44.7
90-91	66.514		66.514	0.258	17	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	246.872	228.119	281.9
91-73	61.214	66.514	127.728	0.258	33	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	228.119	224.233	63.5
73-74	60.392	267.647	328.039	0.258	85	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	224.233	222.029	36.5
74-75	62.880	328.039	390.919	0.258	101	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	222.029	219.734	36.5
75-76	88.194	390.919	479.113	0.258	124	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	219.734	217.336	27.2
76-77	80.410	479.113	559.523	0.258	144	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	217.336	215.150	27.2
77-78	119.032	559.523	678.555	0.258	175	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	215.150	211.929	27.1
38-78	83.091	0	83.091	0.258	21	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.179	211.929	3.0
92-93	69.814		69.814	0.258	18	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	220.012	218.055	28.0
93-94	59.720	69.814	129.534	0.258	33	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	218.055	216.381	28.0
94-95	119.601	129.534	249.135	0.258	64	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	216.381	213.259	26.1
95-96	25.648	249.135	274.783	0.258	71	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.259	212.590	26.1
96-78	70.172	274.783	344.955	0.258	89	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.590	211.929	9.4
78-79	75.543	1106.601	1182.144	0.258	305	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	211.929	207.579	57.6
95-97	15.706	0	15.706	0.258	4	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.259	213.159	6.4
97-98	26.096	15.706	41.802	0.258	11	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.159	211.082	79.6
96-98	16.321	0	16.321	0.258	4	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.590	211.082	92.4
98-99	13.770	58.123	71.893	0.258	19	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	211.082	209.008	150.6
97-176	25.146		25.146	0.258	6	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.159	212.957	8.0
176-100	22.297	25.146	47.443	0.258	12	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.957	209.206	168.2
100-99	13.501	47.443	60.944	0.258	16	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	209.206	209.008	14.7
99-101	69.941	132.837	202.778	0.258	52	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	209.008	207.856	16.5
104-101	64.162	0	64.162	0.258	17	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	210.646	207.856	43.5
101-79	92.011	266.94	358.951	0.258	93	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	207.856	207.579	3.0
41-79	80.677	0	80.677	0.258	21	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	209.864	207.579	28.3
79-80	78.930	1621.772	1700.702	0.258	438	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	207.579	207.342	3.0
44-80	79.419	0	79.419	0.258	20	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.200	207.342	10.8
127-80	69.182	0	69.182	0.258	18	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.354	207.342	14.6
80-81	76.450	1849.303	1925.753	0.258	496	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	207.342	206.399	12.3
70-81	78.720		78.720	0.258	20	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.705	206.399	3.9
117-81	66.935		66.935	0.258	17	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.990	206.399	8.8
81-82	41.772	2071.408	2113.180	0.258	545	3.80	240		1.50	1.51	5.75	8.63	206.399	205.949	10.8
88-82	32.510	0	32.510	0.258	8	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.007	205.949	1.8
82-83	24.337	2145.69	2170.027	0.258	559	3.80	240		1.50	1.55	5.91	8.86	205.949	205.905	1.8
83-84	32.961	2170.027	2202.988	0.258	568	3.80	240		1.50	1.58	5.99	8.99	205.905	205.478	13.0
126-84	42.595	0	42.595	0.258	11	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	205.609	205.478	3.1
84-85	21.579	2245.583	2267.162	0.258	584	3.80	240		1.50	1.62	6.17	9.25	205.478	205.200	12.9
85-86	22.100	2267.162	2289.262	0.258	590	3.80	240		1.50	1.64	6.23	9.34	205.200	204.948	11.4
88-89	62.162		62.162	0.258	16	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.007	205.160	13.6
89-86	33.886	62.162	96.048	0.258	25	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	205.160	204.948	6.3

TRAMO	PENDIENTE DE PLANTILLA (Sp)	DIAMETRO (cm) Ø	Coef. De rugosidad de tubería (n)	CONDICION DE TUBO LLENO VELOCID.(m/s)	CONDICION DE TUBO LLENO GASTO (l/s)	Relacion qmin./Qtubo lleno.	Tabla Vmin/Vtubo lleno	Relacion Qmax.ext./Qtubo lleno	Tabla Vmin/Vtubo lleno	VELOCIDADES DE TRABAJO	
										MINIMA (m/s)	MAXIMA (m/s)
59-60	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.132	0.700	0.61	1.16
60-61	ZZ	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.179	0.761	0.49	0.95
67-73	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
72-73	45.00	30	0.009	4.19	296.30	0.005	0.259	0.029	0.461	1.09	1.93
90-91	282.00	30	0.009	10.49	741.75	0.002	0.250	0.012	0.350	2.62	3.67
91-73	64.00	30	0.009	5.00	353.36	0.004	0.252	0.024	0.423	1.26	2.11
73-74	37.00	30	0.009	3.80	268.68	0.006	0.260	0.032	0.451	0.99	1.71
74-75	37.00	30	0.009	3.80	268.68	0.006	0.260	0.032	0.451	0.99	1.71
75-76	28.00	30	0.009	3.31	233.73	0.006	0.260	0.037	0.480	0.86	1.59
76-77	28.00	30	0.009	3.31	233.73	0.006	0.260	0.037	0.480	0.86	1.59
77-78	28.00	30	0.009	3.31	233.73	0.006	0.260	0.037	0.480	0.86	1.59
38-78	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
92-93	29.00	30	0.009	3.37	237.87	0.006	0.260	0.036	0.479	0.87	1.61
93-94	29.00	30	0.009	3.37	237.87	0.006	0.260	0.036	0.479	0.87	1.61
94-95	27.00	30	0.009	3.25	229.52	0.007	0.280	0.037	0.480	0.91	1.56
95-96	27.00	30	0.009	3.25	229.52	0.007	0.280	0.037	0.480	0.91	1.56
96-78	10.00	30	0.009	1.98	139.68	0.011	0.352	0.061	0.542	0.70	1.07
78-79	58.00	30	0.009	4.76	336.39	0.004	0.252	0.025	0.380	1.20	1.81
95-97	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.073	0.589	0.61	0.97
97-98	80.00	30	0.009	5.59	395.07	0.004	0.252	0.022	0.438	1.41	2.45
96-98	93.00	30	0.009	6.03	425.96	0.004	0.252	0.020	0.415	1.52	2.50
98-99	151.00	30	0.009	7.68	542.78	0.003	0.212	0.016	0.387	1.63	2.97
97-176	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.065	0.545	0.66	1.02
176-100	169.00	30	0.009	8.12	574.22	0.003	0.212	0.015	0.385	1.72	3.13
100-99	15.00	30	0.009	2.42	171.07	0.009	0.343	0.050	0.515	0.83	1.25
99-101	17.00	30	0.009	2.58	182.12	0.008	0.281	0.047	0.499	0.72	1.29
104-101	44.00	30	0.009	4.15	292.99	0.005	0.259	0.029	0.461	1.07	1.91
101-79	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
41-79	29.00	30	0.009	3.37	237.87	0.006	0.260	0.036	0.479	0.87	1.61
79-80	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
44-80	11.00	30	0.009	2.07	146.50	0.010	0.350	0.058	0.540	0.73	1.12
127-80	15.00	30	0.009	2.42	171.07	0.009	0.343	0.050	0.515	0.83	1.25
80-81	13.00	30	0.009	2.25	159.26	0.009	0.343	0.054	0.531	0.77	1.20
70-81	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
117-81	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.065	0.545	0.66	1.02
81-82	11.00	30	0.009	2.07	146.50	0.010	0.350	0.059	0.538	0.73	1.12
88-82	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
82-83	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.116	0.660	0.45	0.71
83-84	14.00	30	0.009	2.34	165.27	0.009	0.343	0.054	0.531	0.80	1.24
126-84	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
84-85	13.00	30	0.009	2.25	159.26	0.009	0.343	0.058	0.540	0.77	1.22
85-86	12.00	30	0.009	2.16	153.01	0.010	0.350	0.061	0.542	0.76	1.17
88-89	14.00	30	0.009	2.34	165.27	0.009	0.343	0.052	0.532	0.80	1.24
89-86	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.073	0.589	0.61	0.97

TRAMO	COLCHON (m)	PLANTILLA (m)	COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)		VOLUMEN (m3)		
			INICIAL	FINAL		POZO	MEDIA	EXCAVACION	PLANTILLA	RELLENO
59-60	0.90	0.10	202.774	202.241	0.4	1.30	1.317	40.093	3.04	31.67
60-61	0.90	0.10	202.275	201.976	0.4	1.30	1.338	40.027	2.99	31.75
67-73	0.90	0.10	223.085	222.805	0.4	1.30	1.364	50.848	3.73	40.53
72-73	0.90	0.10	225.022	222.920	0.4	1.30	1.306	24.409	1.87	19.24
90-91	0.90	0.10	245.572	226.815	0.4	1.30	1.302	34.640	2.66	27.28
91-73	0.90	0.10	226.819	222.901	0.4	1.30	1.316	32.219	2.45	25.44
73-74	0.90	0.10	222.933	220.698	0.4	1.30	1.315	31.772	2.42	25.09
74-75	0.90	0.10	220.729	218.402	0.4	1.30	1.316	33.094	2.52	26.13
75-76	0.90	0.10	218.434	215.965	0.4	1.30	1.336	47.121	3.53	37.36
76-77	0.90	0.10	216.036	213.785	0.4	1.30	1.333	42.866	3.22	33.97
77-78	0.90	0.10	213.850	210.517	0.4	1.30	1.356	64.560	4.76	51.39
38-78	0.90	0.10	210.879	210.547	0.4	1.30	1.341	44.576	3.32	35.38
92-93	0.90	0.10	218.712	216.687	0.4	1.30	1.334	37.247	2.79	29.52
93-94	0.90	0.10	216.755	215.023	0.4	1.30	1.329	31.746	2.39	25.14
94-95	0.90	0.10	215.081	211.852	0.4	1.30	1.354	64.757	4.78	51.52
95-96	0.90	0.10	211.959	211.267	0.4	1.30	1.312	13.457	1.03	10.62
96-78	0.90	0.10	211.290	210.588	0.4	1.30	1.320	37.061	2.81	29.29
78-79	0.90	0.10	210.629	206.248	0.4	1.30	1.316	39.758	3.02	31.40
95-97	0.90	0.10	211.959	211.849	0.4	1.30	1.305	8.198	0.63	6.46
97-98	0.90	0.10	211.859	209.771	0.4	1.30	1.305	13.626	1.04	10.74
96-98	0.90	0.10	211.290	209.772	0.4	1.30	1.305	8.519	0.65	6.71
98-99	0.90	0.10	209.782	207.703	0.4	1.30	1.303	7.175	0.55	5.65
97-176	0.90	0.10	211.859	211.633	0.4	1.30	1.312	13.198	1.01	10.41
176-100	0.90	0.10	211.657	207.889	0.4	1.30	1.309	11.671	0.89	9.20
100-99	0.90	0.10	207.906	207.703	0.4	1.30	1.302	7.033	0.54	5.54
99-101	0.90	0.10	207.708	206.519	0.4	1.30	1.318	36.887	2.80	29.15
104-101	0.90	0.10	209.346	206.523	0.4	1.30	1.317	33.789	2.57	26.69
101-79	0.90	0.10	206.556	206.188	0.4	1.30	1.346	49.521	3.68	39.34
41-79	0.90	0.10	208.564	206.224	0.4	1.30	1.327	42.834	3.23	33.90
79-80	0.90	0.10	206.279	205.963	0.4	1.30	1.339	42.286	3.16	33.55
44-80	0.90	0.10	206.900	206.026	0.4	1.30	1.308	41.546	3.18	32.76
127-80	0.90	0.10	207.054	206.016	0.4	1.30	1.313	36.331	2.77	28.67
80-81	0.90	0.10	206.042	205.048	0.4	1.30	1.325	40.531	3.06	32.07
70-81	0.90	0.10	205.405	205.090	0.4	1.30	1.304	41.074	3.15	32.36
117-81	0.90	0.10	205.690	205.088	0.4	1.30	1.306	34.959	2.68	27.55
81-82	0.90	0.10	205.099	204.640	0.4	1.30	1.305	21.801	1.67	17.18
88-82	0.90	0.10	204.707	204.609	0.4	1.30	1.320	17.162	1.30	13.56
82-83	0.90	0.10	204.649	204.576	0.4	1.30	1.315	12.796	0.97	10.10
83-84	0.90	0.10	204.605	204.144	0.4	1.30	1.317	17.367	1.32	13.72
126-84	0.90	0.10	204.309	204.139	0.4	1.30	1.320	22.485	1.70	17.77
84-85	0.90	0.10	204.178	203.897	0.4	1.30	1.301	11.232	0.86	8.84
85-86	0.90	0.10	203.900	203.635	0.4	1.30	1.307	11.550	0.88	9.10
88-89	0.90	0.10	204.707	203.837	0.4	1.30	1.312	32.614	2.49	25.73
89-86	0.90	0.10	203.860	203.623	0.4	1.30	1.313	17.792	1.36	14.04

TRAMO	LONGITUDES (mts.)			DENSIDAD (HAB/M)	POBLACION	COEF. DE HARMON	APORTACION lts/Hab/dia	INFIL- TRACIONES	GASTOS (l/s)				COTAS DEL TERRENO		PENDIENTE DEL TERRENO (St)
	PROPIA	TRIBUTARIA	ACUMULADA						MINIMO	MEDIO	MAXIMO INSTANT.	MAXIMO EXTRAORD.	INICIAL	FINAL	
86-87	49.088	2385.31	2434.398	0.258	628	3.80	240		1.50	1.74	6.62	9.94	204.948	203.998	19.4
59-87	76.433		76.433	0.258	20	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	204.074	203.998	1.0
120-87	65.609		65.609	0.258	17	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	204.413	203.998	6.3
87-61	75.575	2576.44	2652.015	0.258	684	3.80	240		1.50	1.90	7.22	10.82	203.998	203.351	8.6
122-61	72.074		72.074	0.258	19	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	203.932	203.351	8.1
61-62	119.957	6590.905	6710.862	0.258	1730	3.63	240		2.40	4.81	17.46	26.20	203.351	201.965	11.6
62-63	62.011	6710.862	6772.873	0.258	1746	3.63	240		2.43	4.85	17.61	26.42	201.965	201.248	11.6
63-64	61.752	6772.873	6834.625	0.258	1762	3.63	240		2.45	4.89	17.76	26.63	201.248	200.535	11.5
123-64	68.459	0	68.459	0.258	18	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	200.740	200.535	3.0
64-115	66.003	6903.084	6969.087	0.258	1797	3.62	240		2.50	4.99	18.07	27.11	200.535	200.196	5.1
115-116	50.004	6969.087	7019.091	0.258	1810	3.62	240		2.51	5.03	18.19	27.29	200.196	199.282	18.3
102-103	51.317	0	51.317	0.258	13	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.414	212.437	19.0
103-104	76.759	51.317	128.076	0.258	33	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	212.437	210.646	23.3
131-104	78.613	0	78.613	0.258	20	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	210.667	210.646	0.3
104-105	85.448	206.689	292.137	0.258	75	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	210.646	208.823	21.3
128-105	75.838		75.838	0.258	20	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	209.050	208.823	3.0
105-106	81.725	367.975	449.700	0.258	116	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.823	207.290	18.8
118-106	80.412	0	80.412	0.258	21	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	207.531	207.290	3.0
133-106	73.625	0	73.625	0.258	19	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	207.402	207.290	1.5
106-107	73.736	603.737	677.473	0.258	175	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	207.290	205.571	23.3
125-107	87.109	0	87.109	0.258	22	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	205.668	205.571	1.1
129-130	25.879	0	25.879	0.258	7	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.686	213.005	26.3
156-130	50.095	0	50.095	0.258	13	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.155	213.005	3.0
130-131	78.723	75.974	154.697	0.258	40	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	213.005	210.667	29.7
131-132	86.756	154.697	241.453	0.258	62	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	210.667	208.675	23.0
105-132	75.641	0	75.641	0.258	20	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.823	208.675	2.0
132-133	83.816	317.094	400.910	0.258	103	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.675	207.402	15.2
137-133	71.263	0	71.263	0.258	18	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	207.424	207.402	0.3
133-134	72.160	472.173	544.333	0.258	140	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	207.402	206.039	18.9
141-134	42.902		42.902	0.258	11	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.260	206.039	5.2
134-107	70.490	587.235	657.725	0.258	170	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	206.039	205.571	6.6
107-108	74.949	1422.307	1497.256	0.258	386	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	205.571	204.313	16.8
142-147	60.595		60.595	0.258	16	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	204.730	204.522	3.4
147-108	60.605	60.595	121.200	0.258	31	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	204.522	204.313	3.4
119-108	85.865		85.865	0.258	22	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	204.436	204.313	1.4
108-109	73.831	1704.321	1778.152	0.258	458	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	204.313	203.522	10.7
121-109	80.275		80.275	0.258	21	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	203.894	203.522	4.6
109-110	94.630	1858.427	1953.057	0.258	503	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	203.522	202.172	14.3
159-110	44.838		44.838	0.258	12	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	202.306	202.172	3.0
110-111	66.624	1997.895	2064.519	0.258	532	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	202.172	201.338	12.5
111-112	69.289	2064.519	2133.808	0.258	550	3.80	240		1.50	1.53	5.81	8.71	201.338	200.471	12.5
124-112	102.063		102.063	0.258	26	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	200.777	200.471	3.0
157-139	37.655		37.655	0.258	10	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.307	208.195	3.0
139-136	44.298	37.655	81.953	0.258	21	3.80	240		1.50	1.50	5.70	8.55	208.195	208.159	0.8

TRAMO	PENDIENTE DE PLANTILLA (Sp)	DIAMETRO (cm) Ø	Coef. De rugosidad de tubería (n)	CONDICION DE TUBO LLENO VELOCID.(m/s)	CONDICION DE TUBO LLENO GASTO (l/s)	Relacion qmin./Qtubo lleno.	Tabla Vmin/Vtubo lleno	Relacion Qmax.ext./Qtubo lleno	Tabla Vmin/Vtubo lleno	VELOCIDADES DE TRABAJO	
										MINIMA (m/s)	MAXIMA (m/s)
86-87	20.00	30	0.009	2.79	197.54	0.008	0.281	0.050	0.515	0.79	1.44
59-87	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
120-87	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.073	0.589	0.61	0.97
87-61	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.082	0.610	0.66	1.14
122-61	9.00	30	0.009	1.87	132.51	0.011	0.352	0.065	0.545	0.66	1.02
61-62	12.00	30	0.009	2.16	153.01	0.016	0.360	0.171	0.751	0.78	1.63
62-63	12.00	30	0.009	2.16	153.01	0.016	0.360	0.173	0.759	0.78	1.64
63-64	12.00	30	0.009	2.16	153.01	0.016	0.360	0.174	0.762	0.78	1.65
123-64	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
64-115	6.00	30	0.009	1.53	108.20	0.023	0.438	0.251	0.838	0.67	1.28
115-116	19.00	30	0.009	2.72	192.53	0.013	0.370	0.142	0.710	1.01	1.93
102-103	20.00	30	0.009	2.79	197.54	0.008	0.281	0.043	0.491	0.79	1.37
103-104	24.00	30	0.009	3.06	216.39	0.007	0.280	0.040	0.496	0.86	1.52
131-104	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
104-105	22.00	30	0.009	2.93	207.18	0.007	0.280	0.041	0.499	0.82	1.46
128-105	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
105-106	19.00	30	0.009	2.72	192.53	0.008	0.281	0.044	0.494	0.77	1.35
118-106	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
133-106	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
106-107	24.00	30	0.009	3.06	216.39	0.007	0.280	0.040	0.496	0.86	1.52
125-107	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
129-130	27.00	30	0.009	3.25	229.52	0.007	0.290	0.037	0.480	0.94	1.56
156-130	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
130-131	30.00	30	0.009	3.42	241.93	0.006	0.260	0.035	0.451	0.89	1.54
131-132	24.00	30	0.009	3.06	216.39	0.007	0.280	0.040	0.496	0.86	1.52
105-132	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
132-133	16.00	30	0.009	2.50	176.68	0.008	0.281	0.048	0.525	0.70	1.31
137-133	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
133-134	19.00	30	0.009	2.72	192.53	0.008	0.281	0.044	0.494	0.77	1.35
141-134	6.00	30	0.009	1.53	108.20	0.014	0.371	0.079	0.591	0.57	0.90
134-107	7.00	30	0.009	1.65	116.86	0.013	0.370	0.073	0.589	0.61	0.97
107-108	17.00	30	0.009	2.58	182.12	0.008	0.281	0.047	0.499	0.72	1.29
142-147	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
147-108	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
119-108	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70
108-109	11.00	30	0.009	2.07	146.50	0.010	0.350	0.058	0.540	0.73	1.12
121-109	5.00	30	0.009	1.40	98.77	0.015	0.385	0.087	0.611	0.54	0.85
109-110	15.00	30	0.009	2.42	171.07	0.009	0.343	0.050	0.515	0.83	1.25
159-110	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
110-111	13.00	30	0.009	2.25	159.26	0.009	0.343	0.054	0.536	0.77	1.21
111-112	13.00	30	0.009	2.25	159.26	0.009	0.343	0.055	0.539	0.77	1.21
124-112	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
157-139	4.00	30	0.009	1.25	88.34	0.017	0.390	0.097	0.640	0.49	0.80
139-136	3.00	30	0.009	1.08	76.51	0.020	0.415	0.112	0.651	0.45	0.70

TRAMO	COLCHON (m)	PLANTILLA (m)	COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)		VOLUMEN (m3)		
			INICIAL	FINAL		POZO	MEDIA	EXCAVACION	PLANTILLA	RELLENO
86-87	0.90	0.10	203.648	202.666	0.4	1.30	1.316	25.838	1.96	20.40
59-87	0.90	0.10	202.774	202.545	0.4	1.30	1.377	42.089	3.06	33.63
120-87	0.90	0.10	203.113	202.654	0.4	1.30	1.322	34.697	2.62	27.44
87-61	0.90	0.10	202.698	202.018	0.4	1.30	1.317	39.800	3.02	31.44
122-61	0.90	0.10	202.632	201.983	0.4	1.30	1.334	38.454	2.88	30.48
61-62	0.90	0.10	202.051	200.612	0.4	1.30	1.327	63.661	4.80	50.38
62-63	0.90	0.10	200.665	199.921	0.4	1.30	1.314	32.582	2.48	25.72
63-64	0.90	0.10	199.948	199.207	0.4	1.30	1.314	32.457	2.47	25.62
123-64	0.90	0.10	199.440	199.166	0.4	1.30	1.334	36.541	2.74	28.96
64-115	0.90	0.10	199.235	198.839	0.4	1.30	1.329	35.074	2.64	27.77
115-116	0.90	0.10	198.896	197.946	0.4	1.30	1.318	26.363	2.00	20.83
102-103	0.90	0.10	212.114	211.088	0.4	1.30	1.325	27.191	2.05	21.51
103-104	0.90	0.10	211.137	209.295	0.4	1.30	1.326	40.701	3.07	32.20
131-104	0.90	0.10	209.367	209.131	0.4	1.30	1.407	44.257	3.14	35.56
104-105	0.90	0.10	209.346	207.466	0.4	1.30	1.328	45.405	3.42	35.95
128-105	0.90	0.10	207.750	207.447	0.4	1.30	1.338	40.594	3.03	32.20
105-106	0.90	0.10	207.523	205.970	0.4	1.30	1.310	42.820	3.27	33.77
118-106	0.90	0.10	206.231	205.909	0.4	1.30	1.340	43.111	3.22	34.21
133-106	0.90	0.10	206.102	205.881	0.4	1.30	1.354	39.888	2.95	31.74
106-107	0.90	0.10	205.990	204.220	0.4	1.30	1.325	39.090	2.95	30.93
125-107	0.90	0.10	204.368	204.107	0.4	1.30	1.382	48.160	3.48	38.52
129-130	0.90	0.10	212.386	211.687	0.4	1.30	1.309	13.549	1.04	10.68
156-130	0.90	0.10	211.855	211.655	0.4	1.30	1.325	26.554	2.00	21.01
130-131	0.90	0.10	211.705	209.343	0.4	1.30	1.312	41.309	3.15	32.60
131-132	0.90	0.10	209.367	207.285	0.4	1.30	1.345	46.677	3.47	37.07
105-132	0.90	0.10	207.523	207.296	0.4	1.30	1.339	40.527	3.03	32.15
132-133	0.90	0.10	207.375	206.034	0.4	1.30	1.334	44.725	3.35	35.45
137-133	0.90	0.10	206.124	205.910	0.4	1.30	1.396	39.790	2.85	31.90
133-134	0.90	0.10	206.102	204.731	0.4	1.30	1.304	37.639	2.89	29.65
141-134	0.90	0.10	204.960	204.703	0.4	1.30	1.318	22.621	1.72	17.87
134-107	0.90	0.10	204.739	204.246	0.4	1.30	1.313	37.013	2.82	29.21
107-108	0.90	0.10	204.271	202.997	0.4	1.30	1.308	39.215	3.00	30.92
142-147	0.90	0.10	203.430	203.188	0.4	1.30	1.317	31.926	2.42	25.22
147-108	0.90	0.10	203.222	202.980	0.4	1.30	1.317	31.920	2.42	25.21
119-108	0.90	0.10	203.136	202.878	0.4	1.30	1.367	46.961	3.43	37.46
108-109	0.90	0.10	203.013	202.201	0.4	1.30	1.311	38.704	2.95	30.53
121-109	0.90	0.10	202.594	202.193	0.4	1.30	1.315	42.215	3.21	33.33
109-110	0.90	0.10	202.222	200.803	0.4	1.30	1.335	50.522	3.79	40.05
159-110	0.90	0.10	201.006	200.827	0.4	1.30	1.323	23.722	1.79	18.76
110-111	0.90	0.10	200.872	200.006	0.4	1.30	1.316	35.072	2.66	27.70
111-112	0.90	0.10	200.038	199.137	0.4	1.30	1.317	36.498	2.77	28.83
124-112	0.90	0.10	199.477	199.069	0.4	1.30	1.351	55.160	4.08	43.86
157-139	0.90	0.10	207.007	206.856	0.4	1.30	1.319	19.871	1.51	15.70
139-136	0.90	0.10	206.895	206.762	0.4	1.30	1.348	23.893	1.77	18.99

TRAMO	LONGITUDES (mts.)			DENSIDAD (HAB/M)	POBLACION	COEF. DE HARMON	APORTACION lts/Hab/dia	INFIL- TRACIONES	GASTOS (l/s)				COTAS DEL TERRENO		PENDIENTE DEL TERRENO (St)
	PROPIA	TRIBUTARIA	ACUMULADA						MINIMO	MEDIO	MAXIMO INSTANT.	MAXIMO EXTRAORD.	INICIAL	FINAL	
132-136	72,770		72,770	0,258	19	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	208,675	208,159	7,1
135-136	49,583		49,583	0,258	13	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	208,826	208,159	13,5
136-137	85,640	204,306	289,946	0,258	75	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	208,159	207,424	8,6
137-138	72,883	289,946	362,829	0,258	94	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	207,424	206,402	14,0
140-138	32,829		32,829	0,258	8	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	206,539	206,402	4,2
138-141	34,030	395,658	429,688	0,258	111	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	206,402	206,260	4,2
141-142	75,417	429,688	505,105	0,258	130	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	206,260	204,730	20,3
142-143	74,019	505,105	579,124	0,258	149	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	204,730	203,645	14,7
158-143	41,913		41,913	0,258	11	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	203,770	203,645	3,0
143-144	67,439	621,037	688,476	0,258	177	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	203,645	203,437	3,1
144-145	70,246	688,476	758,722	0,258	196	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	203,437	203,221	3,1
145-146	88,013	758,722	846,735	0,258	218	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	203,221	202,214	11,4
152-150	120,045	0	120,045	0,258	31	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	205,709	202,762	24,5
151-150	51,239	0	51,239	0,258	13	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	203,056	202,762	5,7
150-149	38,394	171,284	209,678	0,258	54	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	202,762	202,528	6,1
149-146	33,457	209,678	243,135	0,258	63	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	202,528	202,214	9,4
146-148	60,526	1089,87	1150,396	0,258	297	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	202,214	201,121	18,1
148-112	60,889	1150,396	1211,285	0,258	312	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	201,121	200,471	10,7
112-113	70,979	3447,156	3518,135	0,258	907	3,80	240		1,50	2,52	9,57	14,36	200,471	200,206	3,7
113-114	77,533	3518,135	3595,668	0,258	927	3,80	240		1,50	2,57	9,78	14,68	200,206	199,916	3,7
153-152	93,773		93,773	0,258	24	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	211,877	205,709	65,8
152-154	117,922	93,773	211,695	0,258	55	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	205,709	200,714	42,4
154-114	45,848	211,695	257,543	0,258	66	3,80	240		1,50	1,50	5,70	8,55	200,714	199,916	17,4
114-173	106,000	3853,211	3959,211	0,258	1021	3,79	240		1,50	2,84	10,76	16,14	199,916	199,495	4,0
173-174	10,2960	3959,211	3969,507	0,258	1023	3,79	240		1,50	2,84	10,78	16,18	199,495	199,464	3,0
174-116	60,640	3969,507	4030,147	0,258	1039	3,79	240		1,50	2,89	10,94	16,40	199,464	199,282	3,0
116-175	72,110	11049,238	11121,348	0,258	2867	3,46	240		3,98	7,96	27,55	41,32	199,282	199,065	3,0
175-30	14,588	11121,348	11135,936	0,258	2871	3,46	240		3,99	7,97	27,58	41,37	199,065	198,140	63,4
30-DES	41,276	14078,307	14119,583	0,258	3640	3,37	240		5,06	10,11	34,07	51,11	198,140	198,016	3,0

TRAMO	PENDIENTE DE PLANTILLA (Sp)	DIAMETRO (cm) Ø	Coef. De rugosidad de tubería (n)	CONDICION DE TUBO LLENO VELOCID.(m/s)	CONDICION DE TUBO LLENO GASTO (l/s)	Relacion qmin./Qtubo lleno.	Tabla Vmin/Vtubo lleno	Relacion Qmax.ext./Qtubo lleno	Tabla Vmin/Vtubo lleno	VELOCIDADES DE TRABAJO	
										MINIMA (m/s)	MAXIMA (m/s)
132-136	8,00	30	0,009	1,77	124,93	0,012	0,350	0,068	0,570	0,62	1,01
135-136	14,00	30	0,009	2,34	165,27	0,009	0,343	0,052	0,532	0,80	1,24
136-137	9,00	30	0,009	1,87	132,51	0,011	0,352	0,065	0,545	0,66	1,02
137-138	15,00	30	0,009	2,42	171,07	0,009	0,343	0,050	0,515	0,83	1,25
140-138	5,00	30	0,009	1,40	98,77	0,015	0,385	0,087	0,611	0,54	0,85
138-141	5,00	30	0,009	1,40	98,77	0,015	0,385	0,087	0,611	0,54	0,85
141-142	21,00	30	0,009	2,86	202,41	0,007	0,280	0,042	0,499	0,80	1,43
142-143	15,00	30	0,009	2,42	171,07	0,009	0,343	0,050	0,515	0,83	1,25
158-143	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,017	0,390	0,097	0,640	0,49	0,80
143-144	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,017	0,390	0,097	0,640	0,49	0,80
144-145	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,017	0,390	0,097	0,640	0,49	0,80
145-146	12,00	30	0,009	2,16	153,01	0,010	0,350	0,056	0,535	0,76	1,16
152-150	25,00	30	0,009	3,12	220,85	0,007	0,280	0,039	0,467	0,87	1,46
151-150	6,00	30	0,009	1,53	108,20	0,014	0,371	0,079	0,591	0,57	0,90
150-149	7,00	30	0,009	1,65	116,86	0,013	0,370	0,073	0,589	0,61	0,97
149-146	10,00	30	0,009	1,98	139,68	0,011	0,352	0,061	0,542	0,70	1,07
146-148	19,00	30	0,009	2,72	192,53	0,008	0,281	0,044	0,494	0,77	1,35
148-112	11,00	30	0,009	2,07	146,50	0,010	0,350	0,058	0,540	0,73	1,12
112-113	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,017	0,390	0,163	0,738	0,49	0,92
113-114	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,017	0,390	0,166	0,746	0,49	0,93
153-152	66,00	30	0,009	5,08	358,84	0,004	0,252	0,024	0,423	1,28	2,15
152-154	43,00	30	0,009	4,10	289,64	0,005	0,259	0,030	0,448	1,06	1,84
154-114	18,00	30	0,009	2,65	187,40	0,008	0,281	0,046	0,497	0,74	1,32
114-173	5,00	30	0,009	1,40	98,77	0,015	0,385	0,163	0,738	0,54	1,03
173-174	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,017	0,390	0,183	0,771	0,49	0,96
174-116	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,017	0,390	0,186	0,774	0,49	0,97
116-175	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,045	0,502	0,468	0,988	0,63	1,23
175-30	64,00	30	0,009	5,00	353,36	0,011	0,352	0,117	0,752	1,76	3,76
30-DES	4,00	30	0,009	1,25	88,34	0,057	0,532	0,579	1,045	0,66	1,31

TRAMO	COLCHON (m)	PLANTILLA (m)	COTAS DE PLANTILLA		ANCHO DE ZANJA (m)	PROFUNDIDAD (m)		VOLUMEN (m3)		
			INICIAL	FINAL		POZO	MEDIA	EXCAVACION	PLANTILLA	RELLENO
132-136	0,90	0,10	207,375	206,793	0,4	1,30	1,333	38,803	2,91	30,75
135-136	0,90	0,10	207,526	206,832	0,4	1,30	1,314	26,053	1,98	20,56
136-137	0,90	0,10	206,859	206,088	0,4	1,30	1,318	45,145	3,43	35,67
137-138	0,90	0,10	206,124	205,031	0,4	1,30	1,336	38,938	2,92	30,87
140-138	0,90	0,10	205,239	205,075	0,4	1,30	1,314	17,249	1,31	13,62
138-141	0,90	0,10	205,102	204,932	0,4	1,30	1,314	17,887	1,36	14,12
141-142	0,90	0,10	204,960	203,376	0,4	1,30	1,327	40,028	3,02	31,68
142-143	0,90	0,10	203,430	202,320	0,4	1,30	1,313	38,864	2,96	30,67
158-143	0,90	0,10	202,470	202,302	0,4	1,30	1,321	22,152	1,68	17,51
143-144	0,90	0,10	202,345	202,075	0,4	1,30	1,331	35,901	2,70	28,44
144-145	0,90	0,10	202,137	201,856	0,4	1,30	1,332	37,441	2,81	29,67
145-146	0,90	0,10	201,921	200,865	0,4	1,30	1,325	46,632	3,52	36,89
152-150	0,90	0,10	204,409	201,408	0,4	1,30	1,327	63,723	4,80	50,44
151-150	0,90	0,10	201,756	201,449	0,4	1,30	1,307	26,782	2,05	21,11
150-149	0,90	0,10	201,462	201,193	0,4	1,30	1,317	20,232	1,54	15,98
149-146	0,90	0,10	201,228	200,893	0,4	1,30	1,310	17,535	1,34	13,83
146-148	0,90	0,10	200,914	199,764	0,4	1,30	1,328	32,163	2,42	25,46
148-112	0,90	0,10	199,821	199,151	0,4	1,30	1,310	31,903	2,44	25,16
112-113	0,90	0,10	199,171	198,887	0,4	1,30	1,309	37,178	2,84	29,32
113-114	0,90	0,10	198,906	198,596	0,4	1,30	1,310	40,629	3,10	32,05
153-152	0,90	0,10	210,577	204,388	0,4	1,30	1,311	49,156	3,75	38,78
152-154	0,90	0,10	204,409	199,338	0,4	1,30	1,338	63,104	4,72	50,05
154-114	0,90	0,10	199,414	198,589	0,4	1,30	1,314	24,091	1,83	19,02
114-173	0,90	0,10	198,616	198,086	0,4	1,30	1,355	57,431	4,24	45,70
173-174	0,90	0,10	198,195	198,154	0,4	1,30	1,305	5,375	0,41	4,24
174-116	0,90	0,10	198,164	197,921	0,4	1,30	1,330	32,267	2,43	25,56
116-175	0,90	0,10	197,982	197,694	0,4	1,30	1,336	38,528	2,88	30,55
175-30	0,90	0,10	197,765	196,831	0,4	1,30	1,304	7,611	0,58	6,00
30-DES	0,90	0,10	196,840	196,675	0,4	1,30	1,321	21,803	1,65	17,23

De acuerdo a las tablas anteriores que contienen los cálculos del diseño de drenaje sanitario, se puede corroborar que se aprovecharon las condiciones topográficas del lugar, como también que las pendientes de las plantillas se cumplieron, de tal manera que las velocidades tanto mínimas como máximas permisibles se encuentran dentro del rango permitido para el tipo de tubería y de manera que los diámetros utilizados son los óptimos para la recolección de los desechos sanitarios originados por la comunidad mencionada.

CONCLUSIONES

Los objetivos que a continuación se describen se cumplieron en su totalidad, por las razones que se detallan posteriormente:

El objetivo general que pretende esta investigación, es diseñar el proyecto de la red general de drenaje sanitario en la localidad de San Lorenzo, Mich; el cual fue cumplido en su totalidad, puesto que se logró realizar tal diseño, obteniendo resultados que cumplen con la demanda de dicha población.

Así mismo, los objetivos específicos que han de lograrse con este trabajo son los siguientes:

Conocer los aspectos sociodemográficos de la población en estudio, el cual fue cumplido, ya que a través de la investigación de campo realizada, se pudieron observar e investigar las condiciones y necesidades de la población, obteniendo los elementos necesarios para poder determinar las características de la red de drenaje.

Otro de los objetivos era definir conceptualmente qué es un sistema de drenaje sanitario, el cual, se obtuvo a través de la investigación documental, logrando la definición de dicho término, ya que era necesario que tanto el investigador y el lector, tuvieran una idea mas clara sobre el trabajo realizado.

De la misma manera, el objetivo que pretende establecer los elementos que conforman un sistema de drenaje sanitario, así como los factores que determinan e

intervienen para la realización del mismo; se cumplió, ya que a lo largo de la investigación, se lograron recopilar los datos necesarios que permitieron llevar a cabo los cálculos, y con ello las características que debería tener el sistema de drenaje sanitario, basado en los lineamientos de la CNA.

Teniendo como último objetivo, Realizar el diseño y cálculo de la red de drenaje sanitario de acuerdo a las características de la comunidad; el cual, fue cumplido en su totalidad, puesto que con la información recopilada se llevaron a cabo los cálculos necesarios, el funcionamiento de la red se encuentra basado en el aprovechamiento de las condiciones topográficas de la comunidad, de tal manera que el escurrimiento, siga los causes naturales, así como también considerando las pendientes de las plantillas mas favorables que permitan manejar velocidades mínimas y máximas permisibles de acuerdo al tipo de tubería utilizada.

Ahora bien, la pregunta con que se daba inicio a esta investigación, acerca de cuál es el diseño de drenaje sanitario que mejor se adecua a las necesidades de la comunidad de San Lorenzo, en términos, económicos, técnicos y funcionales, se llegó a la conclusión de que, de acuerdo a las características físicas, sociales y económicas, el diseño creado durante esta investigación, es el mas óptimo, ya que se calculó considerando el aprovechamiento de las condiciones topográficas del lugar tratando de seguir en lo mayor posible las pendientes naturales con la finalidad de disminuir volúmenes grandes de excavaciones, así como también, respetando las velocidades mínimas y máximas permisibles de acuerdo al tipo de tubería, tomando en cuenta los diámetros comerciales, todo esto con la finalidad de que se cumpliera la demanda de la población.

De acuerdo a la investigación realizada y el diseño basado en los lineamientos de la CNA, se encontró que para la realización de los cálculos, es necesario considerar varios factores los cuales intervienen para obtener el diseño mas óptimo, dentro de los cuales se encuentran los cálculos hidráulicos de la red que para ello es necesario considerar un levantamiento topográfico el cual nos permitirá tener las cotas del terreno natural para así mismo poder llevar a cabo el trazo que nos definirá el flujo de los residuos sanitarios, como también considerar un estudio detallado de la población, el cual permitirá conocer las necesidades de ésta, y a su vez plantear alternativas que den solución a dicha problemática.

Es necesario contemplar los gastos de diseño que ayudará a la mejor elección de dimensiones de tubería, así como también considerar una pendiente de plantilla, la cual se consideró en este caso, de 3 al millar, ésta nos permitirá tener flujo y no tener asolvamientos. De acuerdo al tipo de tubería implementada en este proyecto, se determinaron los rangos de velocidades, que fue considerada como minima de .3 m/seg., y permitirá el fluido de los desechos de la red permitiendo a su vez evitar complicaciones de azolves, mientras que la velocidad máxima estará en función del tipo de material a utilizar, esto para no ocasionar desgaste en las paredes del conducto, para lo cual se consideró una tubería de polietileno corrugado, que permite velocidades de 5 m/seg.; obteniendo finalmente un diámetro en el trayecto de la red de 30 cm. teniendo como consecuencia, el desalojo de las aportaciones de la población, cumpliéndose la demanda de los usuarios.

BIBLIOGRAFÍA

Caballero García, Carlos Alberto. (2001)

Sistema de agua potable para la colonia la Santa Cruz

Tesis inédita de la Esc. De Ing. Civil de la Universidad Don Vasco A.C.

Uruapan Michoacán, México.

Cisneros Rosas, José Antonio. (2008)

Alcantarillado Sanitario y Pluvial.

Ed. Dirección de Fomento

Comisión Nacional del Agua (1994)

Manual de diseño de Agua Potable. Alcantarillado y Saneamiento

México. D.F.

Facultad de Ingeniería Civil. (1993)

Normas de proyecto para obras de alcantarillado sanitario en localidades urbanas de la republica mexicana.

Universidad Nacional Autónoma de México.

Hernández Sampieri, Roberto y Cols. (2006)

Metodología de Investigación.

Ed. Mc. Graw Hill. México.

Jurado Rojas, Yolanda. (2006)

Técnicas de Investigación Documental

Ed. Thompson, México.

Lara González, Jorge Luis. (1991)

Alcantarillado

Universidad Nacional Autónoma de México, facultad de Ingeniería Civil, México D.F.

Mendieta Alatorre. (2005)

Métodos de investigación y Manual Académico.

Ed. Porrúa, México.

Salvador Rincón, Pavel (2007)

Optimización de una red de drenaje con canales en una planicie de inundación,
aplicando la modelación matemática.

Tesis inédita de la Esc. De Ing. Civil de la Universidad Don Vasco A.C.

Uruapan Michoacán, México.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN

www.mapasmexico.net

www.michoacan.gob.mx

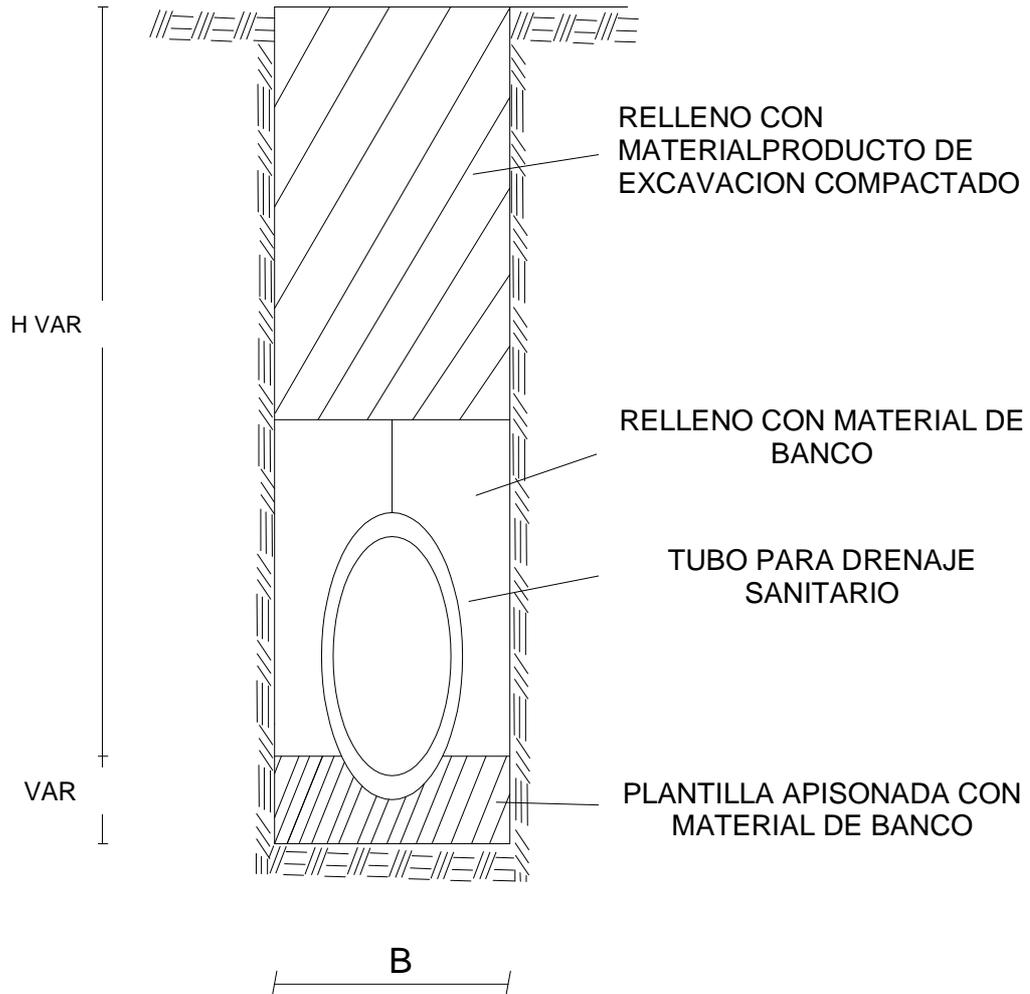
<http://mexico.pueblosamerica.com/i/san-lorenzO-55/>.

www.siapa.gob.mx/capitulos/capitulo3_1.doc

ANEXOS

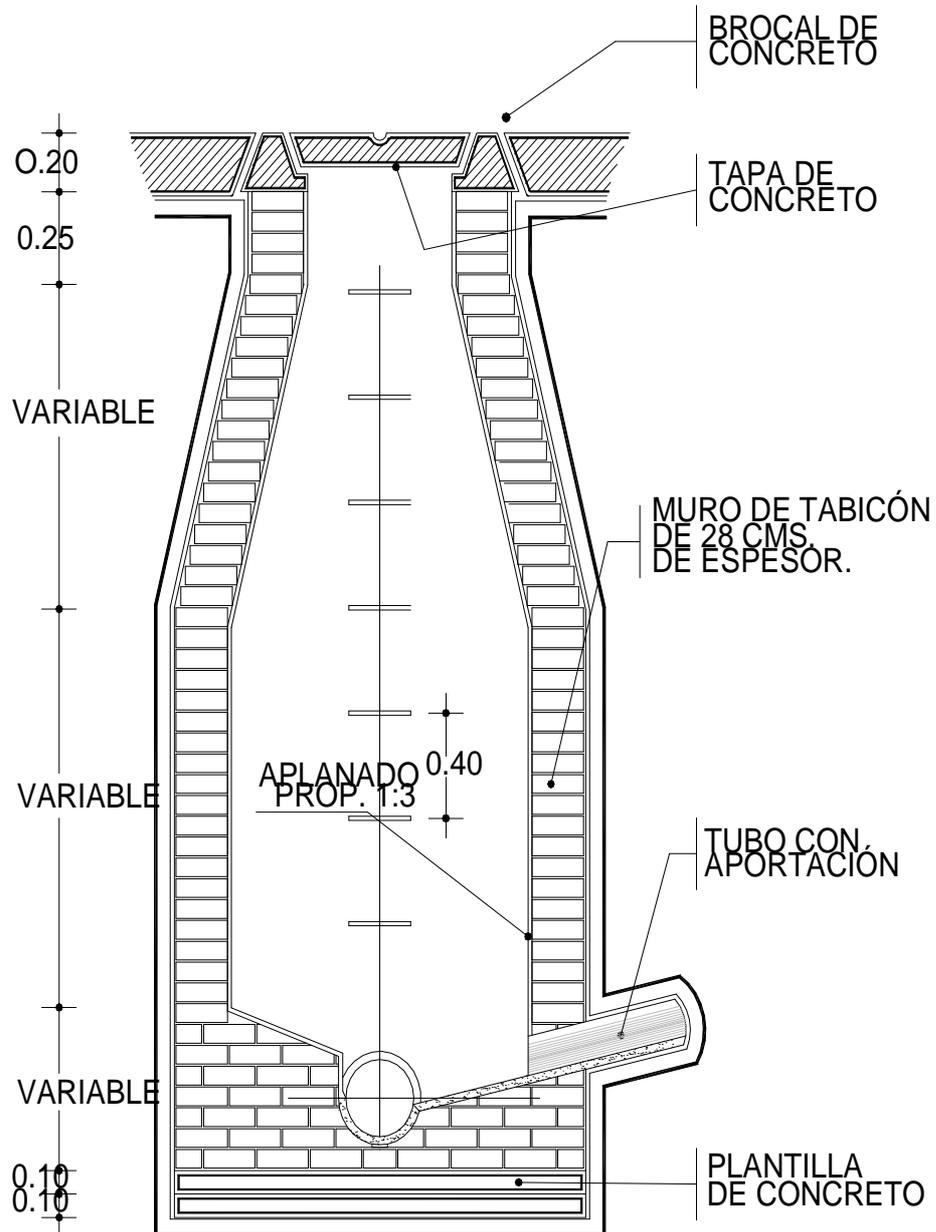
ANEXO 1

ZANJA TIPO PARA ALCANTARILLADO



ANEXO 2

POZO DE VISITA COMUN



ALZADO

ANEXO 3

DESCRGA DOCMICILIARIA CON TUBERIA DE POLITILENO

