



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
COACALCO

*“DISEÑO RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
PARA LA COLONIA EL PARRAL MUNICIPIO DE
VILLA CORZO EN EL ESTADO DE CHIAPAS”*

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto final para obtener el título de:

INGENIERÍA CIVIL

PRESENTA

López Vázquez Brenda Janette

ASESOR

Ing. Arq. Enrique Perea Juárez

Coacalco de Berriozábal, Estado de México, 2024



AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas las bendiciones recibidas.

A mis padres Javier y Alicia, por su apoyo y amor incondicional, quienes fueron ejemplo de progreso y me guiaron a ser una mejor persona.

A mi hermana Yessie, por comprenderme, amarme y estar siempre ahí para mí en los momentos difíciles.

A mis abuelos Gregorio y Teresa, quienes me dieron su amor, su vida y siempre me apoyaron en todo momento, por todos los consejos y ánimos por parte de ellos.

Quisiera agradecer a mi asesor el Ing. Arq. Enrique Perea Juárez, por hacer posible este estudio por la paciencia, dedicación y tiempo que tuvo para que este trabajo fuera un éxito.

Gracias a mis profesores que han compartido sus conocimientos conmigo y me han convertido en un profesional con su tiempo, dedicación y pasión por la actividad docente.

BRENDA JANETTE LÓPEZ VÁZQUEZ

R E S U M E N

El presente proyecto de investigación se orienta al estudio y a una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la colonia El Parral en el municipio de Villa Corzo en el estado de Chiapas, realizada con la intención de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, a la disminución de contaminación y enfermedades.

Se presenta la propuesta de diseño para un periodo de 20 años en la colonia El Parral del municipio de Villa Corzo. Se obtuvo la topografía del terreno mediante la página web del INEGI.

Se presenta una descripción general del municipio de Villa Corzo, así como hidrografía, geología, actividad económica así mismo la población del municipio. Luego se muestra la información acerca de las aguas residuales. Posteriormente se muestran los cálculos realizados para el diseño del alcantarillado sanitario. Además, se muestra el plano de la propuesta de diseño.

El sistema de alcantarillado sanitario se realizó con criterios de las normativas internacionales y nacionales.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Alcantarillado sanitario	2
OBJETIVOS	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
ANTECEDENTES.....	5
Marco Jurídico del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado.....	5
Nivel Federal	5
Nivel Estatal	6
MARCO TEORICO.....	7
Problemática.....	7
El agua y las enfermedades	8
METODOLOGÍA	9
CAPÍTULO I.....	10
ALCANTARILLADO SANITARIO	10
1.1 Red de atarjeas	11
1.1.1 Trazo en bayoneta	12

1.1.3 Trazo combinado	13
1.2 Colectores e interceptores	14
1.3 Emisores	14
1.4 Componentes de un sistema de alcantarillado.....	14
1.5 Tuberías	15
1.6 Obras de apoyo	15
1.6.1 Descarga domiciliaria.....	15
1.6.2 Pozos de visita	15
1.6.3 Estructuras de caída	16
1.7 Características de estructuras.....	17
1.8 Profundidad de zanjas	18
1.9 Separación entre pozos de visita	20
CAPÍTULO II.....	21
PROPUESTA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA.....	21
2.1 Generalidades	21
2.2 Efectos de la contaminación del agua	21
2.3 Selección del sitio.....	22
2.4 Características de la planta de tratamiento	22

2.4.1 Descripción del proceso de tratamiento que recibirá el agua	22
2.4.2 Capacidad de diseño de la planta.....	22
CAPÍTULO III.....	23
DISEÑO HIDRAULICO.....	23
3.1 Periodo de diseño	23
3.1.1 Población de proyecto	24
3.2 Aportación de aguas negras	25
3.3 Gastos de diseño	25
3.3.1 Gasto medio anual.....	26
3.3.2 Gasto mínimo	26
3.3.3 Gasto máximo instantáneo	26
3.3.4 Gasto máximo extraordinario	27
3.4 Pendientes	28
3.5 Velocidades.....	29
3.6 Velocidades a gasto máximo y mínimo	29
3.7 Determinación de tirante	30
3.8 Diámetro de tubería y tirantes	31
CAPÍTULO IV	32

DESARROLLO DEL PROYECTO	32
Datos básicos del proyecto.....	33
Trazo de la red	33
Planos de proyecto	33
Tramo.....	34
Población servida.....	34
Método aritmético.....	35
Método geométrico por porcentajes.....	35
Método geométrico por incremento medio total	36
Población El Parral	37
Gastos.....	38
Pendiente	41
Cálculo del diámetro	41
Cálculo de gastos y velocidad a tubo lleno.....	42
Determinación de velocidades reales a gasto máximo y mínimo	42
Determinación de tirante a gasto máximo y mínimo	44
CONCLUSIÓN	47
COMPETENCIAS DESARROLLADAS.....	48

BIBLIOGRAFÍA..... 49

GLOSARIO..... 51

ANEXOS..... 55

INTRODUCCIÓN

El sistema de alcantarillado o drenaje está constituido por una serie de tuberías y obras complementarias por las que reciben y circulan las aguas residuales de la población y los escurrimientos superficiales producidos por la lluvia, al no existir esta recolección de agua, la población estaría en riesgo tanto de enfermedades como de otros desastres.

Las aguas residuales se dividen en:

- Residuales domésticas: Son aquellas provenientes de inodoros, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Esta agua está compuesta por sólidos suspendidos (generalmente materia orgánica biodegradable), sólidos sedimentables (principalmente materia orgánica), nutrientes (nitrógeno y fósforo) y organismos patógenos.
- Residuales industriales: Son originados por industrias y manufactureras y pueden contener elementos tóxicos según la naturaleza de las factorías, los elementos más comunes que contienen estas aguas son plomo, níquel, cobre, mercurio y otros elementos que la contaminan.
- Existen también las aguas pluviales. Estas aguas, aunque no son residuales, en su paso por techos, contaminación ambiental, y lavado de calles y suelos, adquieren contaminantes como pueden ser sólidos en suspensión, y algunos elementos químicos peligrosos.

Por estas características los alcantarillados se dividen en:

- Alcantarillado sanitario: El sistema de drenaje sanitario sirve para el desalojo de las aguas negras que produce una población, incluyendo a la industria y el comercio, y que tendrán por lo general un destino de tratamiento.

- Alcantarillado Pluvial: El sistema de drenaje pluvial sirve para el desalojo de las aguas generadas por las lluvias, y que por lo general servirán sin tratarse a un sistema de riego.
- Alcantarillado Combinado: Este sistema como su nombre lo indica es una combinación de desalojo tanto de aguas negras como pluviales. El tipo de alcantarillado que se debe usar dependerá de las características de la región, topografía, clima, economía, población y hasta tipo de suelo existente, se deberá tomar en cuenta el tratamiento y la disposición final del agua, aunque actualmente se debe procurar construir un sistema separado.

Alcantarillado sanitario

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

- Albañal.-Es la tubería que con el registro forma la descarga domiciliar y conecta la salida sanitaria de una edificación al sistema de drenaje en la atarjea.
- Atarjea.-Es la tubería que recibe las descargas sanitarias de los albañales y los conduce hasta los colectores o emisores.
- Colector.-Es la tubería que recibe las aguas de las atarjeas, para conducir las hacia un interceptor, un emisor o la planta de tratamiento.
- Interceptor.-Es la tubería que recibe el agua residual exclusivamente de los colectores o interceptores y termina en un emisor o en la planta de tratamiento.
- Emisor.-Es el conducto que recibe las aguas de un colector, o de un interceptor. No recibe ninguna aportación adicional en su recorrido y su función es conducir el agua negra hacia la planta de tratamiento y de esta hacia el cuerpo receptor.

Obras complementarias

- Pozos de visita.-Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección y limpieza de las redes sanitarias. Se utilizan en: la unión de varias tuberías, en los cambios de diámetro, de dirección y de pendiente. Los pozos de visita se clasifican en: pozos comunes, pozos especiales y pozos de caja.

Los pozos de visita pueden ser prefabricados o contruidos en sitio de la obra, los pozos contruidos en sitio de la obra se clasifican en:

- a) Pozos de visita común.
- b) Pozos de visita tipo especial.
- c) Pozos tipo caja.
- d) Pozos comunes.
- e) Pozos tipo caja de flexión.
- f) Pozos con caída.
- g) Pozos con caída libre.
- h) Pozos con caída adosada.
- i) Pozos con caída escalonada.

Los componentes esenciales de los pozos de visita pueden ser:

- a) Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, media cañas y banqueteta.
- b) Cuerpo, puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones.
- c) Cono de acceso (concéntrico o excéntrico).
- d) Brocal.
- e) Tapa.

OBJETIVOS

El objetivo del presente trabajo tiene la finalidad de mostrar el desarrollo de los cálculos, y criterios necesarios para proyectar un sistema de drenaje o alcantarillado. Aquí se presentarán las actividades que deben llevarse a cabo, y los factores más importantes que deben tomarse en cuenta para lograr una adecuada y eficaz disposición de las aguas negras.

Objetivo General

Proponer un sistema de alcantarillado sanitario para mejorar las condiciones de la colonia El Parral en el municipio de Villa Corzo, Chiapas, para un periodo de 20 años.

Objetivos Específicos

1. Describir las características sociales y demográficas de la población de Villa Corzo.
2. Identificar la topografía del terreno donde se pretende realizar el proyecto.
3. Diseñar el alcantarillado sanitario y la red de distribución para suplir las necesidades de la comunidad.

ANTECEDENTES

Actualmente, la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado está estructurada y organizada como un sistema. Un sistema de alcantarillado puede definirse como un conjunto de elementos íntimamente relacionados cuyo objetivo es proporcionar a las comunidades la evacuación de aguas servidas, pluviales y desechos humanos e industriales para que puedan ser tratados y posteriormente distribuidos para su reutilización o vertidos a la naturaleza. canal. En todo caso, se debe asegurar que no se produzca degradación del ecosistema y que se haga todo lo posible para mantener el estado natural general del área o sitio de que se trate. Desde un punto de vista operativo, es fundamental conocer el caudal y las características de las aguas residuales (domésticas, comerciales, industriales, etc.). Para los sistemas de alcantarillado, se debe determinar la infiltración y el ingreso de aguas pluviales y del subsuelo.

Marco Jurídico del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado

La normatividad relacionada con este servicio es importante conocerla, ya que nos guía y nos enseña aspectos legales necesarios de tomar en cuenta, al momento del desarrollo del proyecto.

Nivel Federal

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos proporciona el marco y el propósito del Gobierno de la República de descentralizar la vida nacional por medio de la promoción y fortalecimiento de la autonomía municipal. La fracción III del artículo 115 enuncia que los municipios, con el concurso de los estados, cuando así fuere necesario y lo determinen las leyes, tendrán a su cargo los servicios de agua potable y alcantarillado, entre otros.

Adicionalmente, el artículo 115 agrega que los municipios de un mismo estado, previo acuerdo entre sus ayuntamientos y con sujeción a la ley, podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos que les corresponde. Un ordenamiento importante en materia federal es la Ley Federal de Aguas, así como otros ordenamientos específicos como son la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, la Ley de Planeación, la Ley General de Salud, la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y el Reglamento Interior de la Secretaría de Desarrollo Social.

Nivel Estatal

En el ámbito estatal rige para este servicio público en primer lugar la Constitución Política Local, la que hace alusión expresa al sistema de agua potable y alcantarillado como servicio público que es prestado por los municipios, en el título correspondiente al municipio libre. En la legislación estatal puede encontrarse comúnmente la Ley del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, que en lo general otorga facultades al municipio para realizar las tareas de abastecimiento, tratamiento y desalojo de aguas. Pueden encontrarse leyes orgánicas particulares que crean y dan facultades específicas a juntas, organismos o consejos de agua potable y alcantarillado, para un municipio urbano que requiere de una estructura orgánica de esta naturaleza. Otra disposición en el nivel estatal vigente en algunas entidades es la Ley que Regula la Prestación de Diversos Servicios Municipales, donde pueden hallarse planteamientos generales respecto a los servicios públicos que son prestados por los municipios, especialmente en lo relativo a agua potable y alcantarillado.

MARCO TEORICO

Villa Corzo es una localidad de gran importancia cultural y económica, perteneciente a la región “Frailescana”; considerada el granero de Chiapas, con un crecimiento poblacional, y debido a su ubicación geográfica y clima cálido con lluvias en verano y vegetación de selva, es propensa a la proliferación de mosquitos zancudos y especies similares en sus calles debido a encharcamientos, por tanto, es una zona vulnerable, se corre el riesgo de contaminación de fuentes existentes y por ende la propagación de enfermedades relacionadas con el agua.

Debido a estos factores sociales y geográficos, es necesario que cuente con un sistema de alcantarillado funcional y que cuente con la capacidad de desagüe de aguas negras suficiente y acorde a la población que habita la zona.

El diseño de un sistema de alcantarillado ayudara a mejorar las condiciones de la ciudad, y su infraestructura, así como la calidad de vida de sus habitantes, de manera que aportara muchos beneficios a los habitantes de la ciudad.

Se realizará una investigación para estructurar una solución, para lo cual se iniciará un análisis de la situación actual y se compilará la información necesaria con el área del proyecto, y así proponer una alternativa funcional.

Problemática

El Parral es una localidad que, a pesar de tener una población de 15,587 habitantes, cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario ya deteriorado debido al tiempo de uso (más de 30 años), el desgaste de este es evidente en sectores de la localidad, y se refleja en las condiciones de la calle y malos olores,

por esto mismo, es indispensable que la población goce de un sistema de alcantarillado eficiente que mejore su calidad de vida.

Actualmente, la explosión demográfica, la falta de conocimiento, el territorio fragmentado, la lejanía de los polos de desarrollo y los asentamientos irregulares dan como resultado una gran proporción de comunidades con sistemas de saneamiento de aguas residuales deficientes o inexistentes, lo que crea numerosos problemas de salud pública y el atraso y peor. Para brindar una breve mirada a algunos de los organismos que pueden causar enfermedades fatales si no se tratan, este capítulo muestra la relación entre la enfermedad y la falta o insuficiencia de los sistemas de salud.

El agua y las enfermedades

Las enfermedades transmitidas por el agua son enfermedades producidas por el "agua sucia" las causadas por el agua que se ha contaminado con desechos humanos, animales o químicos. Mundialmente, la falta de servicios de evacuación sanitaria de desechos y de agua limpia para beber, cocinar y lavar es la causa de millones de defunciones por año, en diferentes países, siendo los más afectados aquellos que tienen poco desarrollo y bajo nivel económico. Son enfermedades transmitidas por el agua el cólera, fiebre tifoidea, disentería amibiana, poliomielitis, meningitis y hepatitis A y E. Aun así, el agua puede contener microorganismos que producen enfermedades y que no se detectan a simple vista o por el olor o sabor. El agua, en este aspecto, se contamina fácilmente y por tanto es importantísimo tomar medidas de saneamiento, higiene y adecuada disposición de las excretas. El agua contaminada o que se presume contaminada, es sometida a una serie de análisis de control de calidad. En estos análisis se buscan aquellos microorganismos que se encuentran en las heces de los seres humanos o de los animales. La presencia de estos microorganismos indica la contaminación de esa agua.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el proyecto para el diseño hidráulico del alcantarillado sanitario, se integran las siguientes actividades.

1. Recopilación de la información más importante, como son planos en general, topográficos, de calles, pavimentos y banquetas, de agua potable, plano de uso de suelo y predios, de otra infraestructura existente y plano actualizado de la red si existe,
2. Con los planos topográficos, de uso del suelo y de agua potable, se procede a definir las áreas de la población que requieren proyecto y las etapas de construcción, inmediata y futura, basándose en el proyecto de la red de distribución de agua potable y los requerimientos propios del proyecto de la red de alcantarillado, además de definir las mejores rutas de trazo de los colectores, interceptores y emisores, considerando el sitio o sitios de vertido final previo tratamiento, a través de una planta de tratamiento, Se deberán considerar, si es posibles alternativas de proyecto, que se deberán evaluar según el nivel de rentabilidad de cada una de ellas, seleccionando la alternativa que resulte técnica y económicamente más rentable.
3. Los resultados anteriores se utilizan para analizar la red de atarjeas y en caso necesario se modifica o adiciona otra alternativa hasta que el conjunto red de atarjeas -colectores, interceptores y emisores -tratamiento presente la mejor solución técnica y económica.
4. Una vez definido el trazo más conveniente, se localizan los pozos de visita de proyecto, respetando la separación entre pozos. Deben colocarse pozos de visita en todos los entronques y en donde haya cambio de dirección de pendiente de la tubería, en el caso de tramos con longitudes muy grandes, se colocan pozos intermedios.

CAPÍTULO I

ALCANTARILLADO SANITARIO

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos:

Convencionales. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo.

No convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control de los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que éstos pueden tener.

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

- Alcantarillado separado: es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y lluvia).
- Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.
- Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.
- Alcantarillado combinado: conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas e industriales, y las aguas de lluvia.

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

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

1.1 Red de atarjeas

La red de atarjeas es la parte del sistema de alcantarillado que tiene como función recolectar y transportar las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales para conducir los caudales acumulados hacia los colectores o emisores.

El trazo geométrico de la red de atarjeas usualmente se efectúa coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle (al centro) y dependerá de las curvas de nivel.

El diámetro mínimo que se utiliza en la red de atarjeas de un sistema de drenaje separado es de 20 cm, y su diseño, en general debe seguir la pendiente natural del terreno, siempre y cuando cumpla con los límites máximos y mínimos de velocidad y la condición mínima de tirante.

Los pozos de visita deben localizarse en todos los cruceros, cambios de dirección, pendiente y diámetro y para dividir tramos que exceden la máxima longitud. Con objeto de aprovechar al máximo la capacidad de los tubos, en el diseño de las atarjeas se debe dimensionar cada tramo con el diámetro mínimo, que cumpla las condiciones hidráulicas definidas por el proyecto.

1.1.1 Trazo en bayoneta

Se denomina así al trazo que tiene un desarrollo en zigzag o en escalera. Las ventajas de utilizar este trazo son: permite un mayor desarrollo de las atarjeas, pudiendo controlar mejor las pendientes topográficas, incrementa el número de descargas logrando mejorar las condiciones hidráulicas.

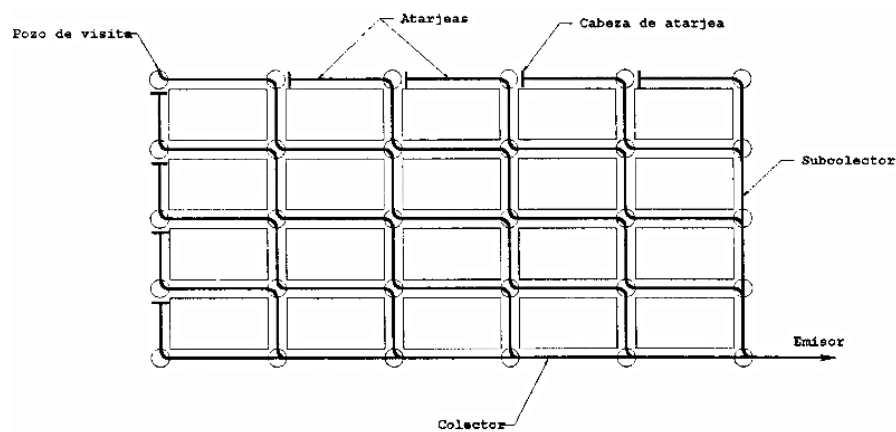


Figura 1. Trazo en bayoneta

1.1.2 Trazo en peine

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.

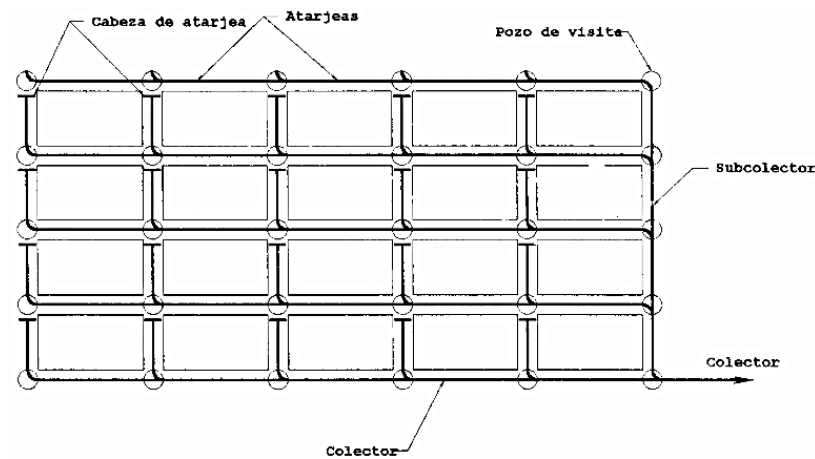


Figura 2. Trazo en peine

Garantiza aportaciones rápidas y directas de las cabezas de atarjeas a la tubería común de cada peine, y de éstas a los colectores, propiciando rápidamente un régimen hidráulico establecido.

Tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta útil en el diseño cuando la topografía es muy irregular.

1.1.3 Trazo combinado

Corresponde a una combinación de los dos trazos anteriores y a trazos particulares obligados por los accidentes topográficos de la zona. Aunque cada tipo de trazo tiene características particulares respecto a su uso, el modelo de bayoneta tiene cierta ventaja sobre otros modelos, en lo que se refiere al aprovechamiento de la capacidad de las tuberías. Sin embargo, este no es el único punto que se considera en la elección del tipo trazo, pues depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del sitio en estudio.

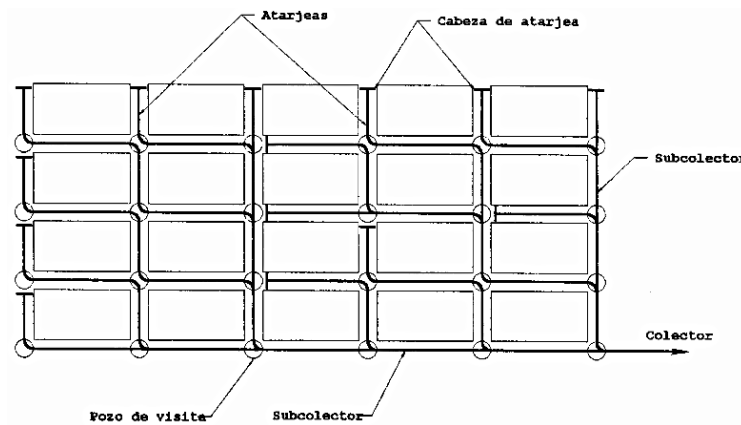


Figura 3. Trazo combinado.

1.2 Colectores e interceptores

Estas partes del alcantarillado, por razones de economía deben funcionar como todo el resto del proyecto por gravedad y solamente en condiciones muy especiales funcionarán por bombeo.

1.3 Emisores

Los emisores tienen como objetivo conducir el caudal de aguas residuales de la red de alcantarillado, hacia la planta de tratamiento y de ella al sitio de vertido final, trabajan por gravedad o por presión dependiendo de las condiciones topográficas de la zona y de las del proyecto.

Esta tubería se diseña para conducir el gasto máximo extraordinario, en el tramo comprendido del colector o colectores hasta la planta de tratamiento y para el gasto de producción de la planta de tratamiento hasta el sitio de vertido.

1.4 Componentes de un sistema de alcantarillado

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

1.5 Tuberías

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

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

1.6 Obras de apoyo

1.6.1 Descarga domiciliaria

La descarga domiciliaria o albañal exterior, es una tubería que permite el desalojo de las aguas servidas, del registro domiciliario a la atarjea.

1.6.2 Pozos de visita

Los pozos de visita son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de Alcantarillado, se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente, así como para las ampliaciones o reparaciones de las tuberías incidentes (de diferente material o tecnología).

Los componentes esenciales de los pozos de visita pueden ser:

- Base, que incluye campanas de entrada de tubería, espigas de salida de tubería, medias cañas, y banquetta.
- Cuerpo, el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones.
- Cono de acceso (concéntrico o excéntrico).

- Brocal.
- Tapa.

1.6.3 Estructuras de caída

Por razones de carácter topográfico o por tenerse elevaciones obligadas para las plantillas de algunas tuberías, suele presentarse la necesidad de construir estructuras que permitan efectuar en su interior los cambios bruscos de nivel.

Las estructuras de caída que se utilizan son:

- Caída libre: Se permiten caídas hasta de 0.50 m dentro del pozo sin la necesidad de utilizar alguna estructura especial.
- Pozos de caída adosada: Son pozos de visita comunes a los cuales se les construye una estructura que permite la caída en tuberías de 0.20 y 0.25 m de diámetro con un desnivel de 2 m.
- Pozos con caída: Son pozos contruidos también por una caja y una chimenea, a los cuales en su interior se les construye una pantalla que funciona como deflector del cual cae. Se construyen para tuberías de 0.30 a 0.76 m de diámetro y con un desnivel de hasta 1.50 m.
- Estructuras de caída escalonada: Son estructuras can caída escalonada cuya variación es de 0.50 en 0.50 m hasta llegar a los 2.50 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, en el segundo pozo se ubica la plantilla de salida. Este tipo de estructuras se emplean en tuberías con diámetros de hasta 0.90 hasta 2.50 m.

Para este proyecto, no se tienen estructuras de caída debido a que el terreno no tiene casi pendiente.

1.7 Características de estructuras

Los pozos de visita son estructuras que sirven para distintos propósitos, como es la unión entre tramos, cambio de dirección, cambio de diámetro o pendiente, así como para revisión y la limpieza del sistema de alcantarillado.

Los pozos deben de tener las siguientes dimensiones:

- Pozos comunes serán de 1.20 m de diámetro en fondo y 0.60 m en la boca y se utilizan para diámetros menores.
- Pozos especiales serán de 1.50 m a 2.00 m de diámetro en fondo, según diámetro de tubería mayor de 0.70 m y el diámetro en la terminación o boca, será de 0.60 m.
- Cajas de visita será de sección irregular, según requerimientos y se usaran para diámetros mayores a 0.76 m para unir varios conductos, o cambios de dirección fuertes.

Las tapas o brocales serán de fo.fo., concreto armado o polimérico, según proyecto y uso.

TABLA DE ANCHOS DE ZANJAS PARA TUBOS	
DIAMETRO DEL TUBO EN CMS.	ANCHO DE ZANJA EN CMS.
20	65
25	70
30	80
38	90
45	100
61	120
76	140
91	175
107	195
122	215
152	250
183	285
213	320
244	355

Tabla 1. Anchos de zanjas para tubería (CNA, 1999).

1.8 Profundidad de zanjas

Las tuberías se instalan superficialmente, enterradas o una combinación de ambas, dependiendo de la topografía, material de tubería y características del terreno. Normalmente las tuberías para alcantarillado sanitario se instalan enterradas.

La profundidad de las excavaciones de la zanja para las tuberías queda definida por los factores siguientes:

- Profundidad o colchón mínimos. Depende de la resistencia de la tubería a las cargas exteriores.
- Topografía y trazo. Influyen en la profundidad máxima que se le da a la tubería.
- Velocidades máximas y mínimas. Están relacionadas con las pendientes de proyecto.
- Existencia de conductos de otros servicios.
- Economía en las excavaciones.

Los factores principales que intervienen para el colchón son el tipo de tubería a utilizar, el tipo de terreno en la zona de estudio y las cargas vivas que puedan presentarse.

Los principales factores que intervienen para definir el colchón mínimo son:

- Material de tubería.
- Tipo de terreno.
- Las cargas vivas probables.

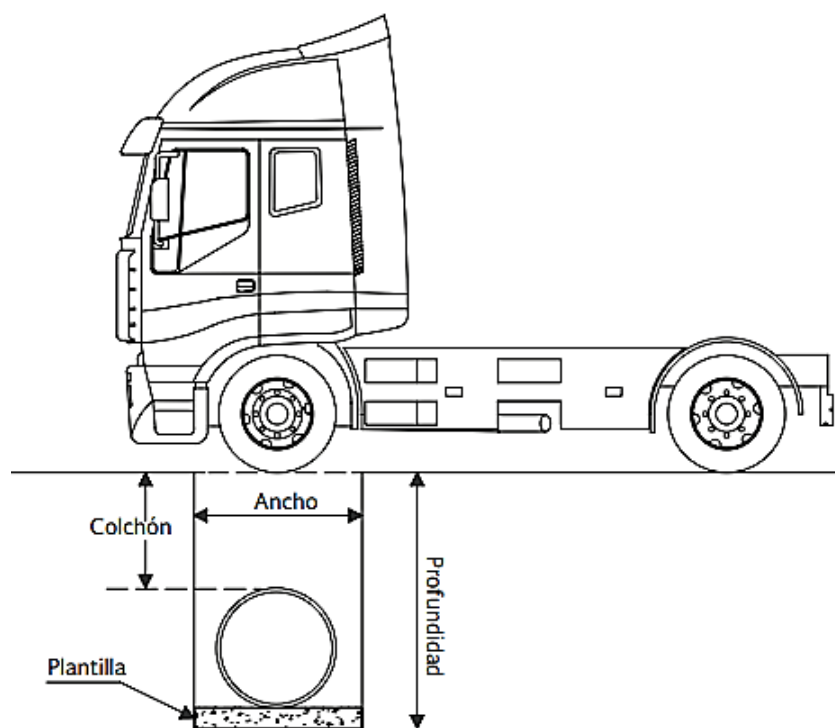


Figura 4. Característica de una zanja.

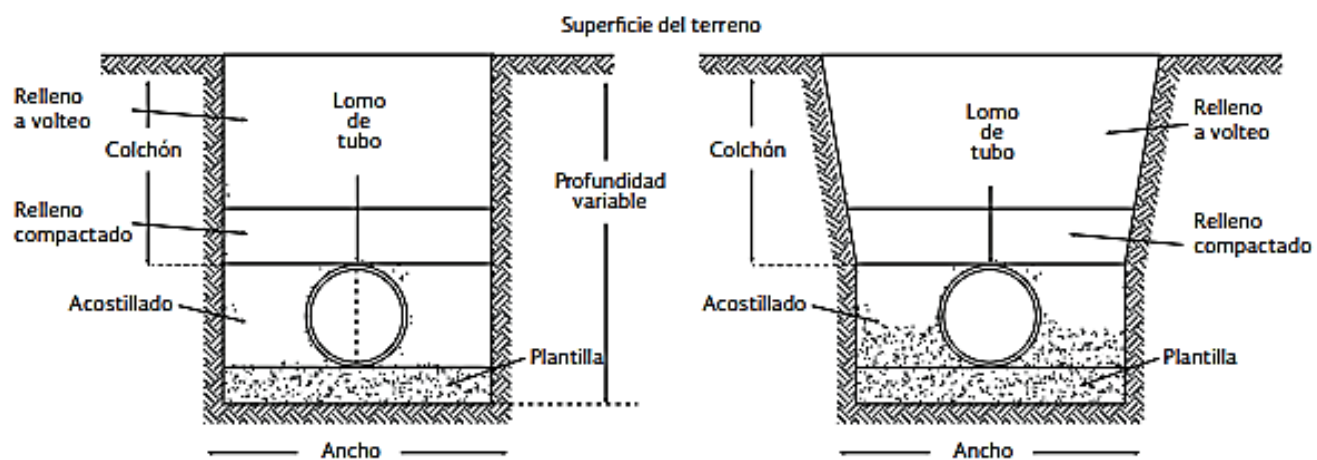


Figura 5. Representación esquemática de una zanja.

Diámetro nominal del tubo (mm)	Diámetro nominal del tubo (pulgadas)	Ancho (cm)	Espesor de la plantilla (cm)	Colchón mínimo (cm)
150	6	60	10	90
200	8	60	10	90
250	10	70	10	90
300	12	75	10	90
350	14	85	10	90
400	16	90	10	90
450	18	100	10	110
500	20	110	10	110
600	24	120	10	110
750	30	145	10	110
900	36	170	10	110
750	30	145	10	110
900	36	170	10	110

Tabla 2. Dimensiones de zanja para tubería de alcantarillado.

1.9 Separación entre pozos de visita

La separación máxima entre los pozos de visita debe ser la adecuada para facilitar las operaciones de inspección y limpieza. Se recomiendan las siguientes distancias de acuerdo con el diámetro.

- En tramos de 20 hasta 61 cm de diámetro, 100 m.
- En tramos de diámetro mayor a 61 cm y menor o igual a 122 cm, 125 m.
- En tramos de diámetro mayor a 122 cm y menor o igual a 305 cm, 150 m.
- Si el diámetro es mayor de 122 cm y menor o igual a 305 cm, los cambios de dirección son hasta 45 grados, y deben hacerse en un pozo caja de deflexión.
- Si se requieren dar deflexiones más grandes que las permitidas, deberán emplearse el número de pozos que sean necesarios, respetando el rango de deflexión permisible para el tipo de pozo.

Estas separaciones pueden incrementarse de acuerdo con las distancias de los cruces de las calles, como máximo un 10 por ciento.

CAPÍTULO II

PROPUESTA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA

2.1 Generalidades

Este tema requiere de un curso especial para los tratamientos del agua, ya sea para potabilizarla o tratar el agua residual. En este espacio solo se presentará de manera sucinta la forma que en general tienen los tratamientos de agua

El agua tiene un papel fundamental en el planeta. La utilización por parte del hombre de gran cantidad de recursos esenciales y materias primas ha generado una gran cantidad y múltiple variedad de contaminantes, que a menudo sobrepasan las limitaciones de la naturaleza.

La consecuencia es el vertido de aguas residuales cargadas de materia orgánica, metales, aceites industriales e incluso radiactividad. Para evitar los problemas que pueden causar los contaminantes de las aguas residuales existen sistemas de depuración que sirven para devolverles las características físicas y químicas originales.

2.2 Efectos de la contaminación del agua

Los efectos de la contaminación del agua incluyen aquellos que afectan la salud humana. La presencia de nitratos (nitratos) en el agua potable puede provocar enfermedades en los niños, en ocasiones mortales. El cadmio en los fertilizantes de lodos o lodos puede ser absorbido por los cultivos; si se ingiere en cantidades suficientes, el metal puede causar diarrea aguda y daños en el hígado y los riñones. Se conocen o sospechan los peligros de las sustancias inorgánicas como el mercurio, el arsénico y el plomo.

Por lo tanto, los servicios ambientales que brinda el agua deben ser reconocidos, cuantificados y pagados. El agua debe utilizarse de forma eficiente y promoverse su reutilización y reciclaje.

2.3 Selección del sitio

El escurrimiento natural de la localidad está orientado hacia el lado noroeste, por lo que la alternativa más viable es ubicar la zona de la Planta de Tratamiento De Aguas Residuales hacia este lado.

Se utilizará un sistema de gravedad para desalojar las aguas negras a la planta de tratamiento ubicada en una zona donde los colonos y las autoridades locales estuvieron de acuerdo, argumentando estos que el agua tratada que desaloje dicha planta ya estará en condiciones de verterla al Río Frío o bien reciclarla para verterla a los cultivos aledaños.

2.4 Características de la planta de tratamiento

2.4.1 Descripción del proceso de tratamiento que recibirá el agua

Con el fin de cumplir con las leyes, las normas y reglamentos relativos al control y la prevención de la contaminación con aguas residuales, se propone que el sistema de tratamiento de forma tal que las descargas se enviaran al río Frío.

Hasta la fecha, existen varias tecnologías de tratamiento de aguas residuales y se han desarrollado y surgido tecnologías innovadoras para este propósito. Sin embargo, hasta que una nueva tecnología demuestre su madurez, beneficios, eficiencia y viabilidad económica, a menudo se prefieren las combinaciones de procesos unitarios probados y probados. El proceso por el cual una determinada tecnología de tratamiento es adecuada para el tratamiento de aguas residuales es una síntesis de fenómenos físicos, químicos y biológicos y sus combinaciones.

2.4.2 Capacidad de diseño de la planta

De acuerdo al manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se recomienda que el periodo de diseño para la obra de saneamiento deba ser entre 5 y 10 años, por lo que para esta propuesta se considera 15 años como periodo de diseño.

CAPÍTULO III

DISEÑO HIDRAULICO

Para el cálculo de una red de alcantarillado sanitario de una comunidad es necesario obtener o investigar los siguientes datos:

1. Periodo de diseño de proyecto
2. Población de proyecto
3. Aportación de aguas negras
4. Gastos de diseño
5. Pendientes
6. Velocidades
7. Diámetro de tubería y tirantes

3.1 Periodo de diseño

Esta proyección se realiza con la información del incremento poblacional en Villa Corzo considerando un rango de tiempo de 60 años, de 1950 a 2010.

Año	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
Habitantes	12.699	19.797	25.579	31.032	54.424	68.685	74,477

La proyección de la población se realizará por diferentes métodos, para tener así un margen de comparación entre ambos; y de esta manera, elegir el que más se apegue a las condiciones reales de la población en estudio.

La población se proyectará para un período de 20 años, cumpliendo los requerimientos mínimos establecidos y considerando la vida útil de los componentes con los que se pretende construir el diseño de alcantarillado sanitario.

Se fijará en función de la población y de acuerdo con el estudio de factibilidad técnica y económica correspondiente. Sin embargo, dicho periodo no deberá ser menor a los presentados en la tabla.

Población (habitantes)	Periodo de diseño
menos de 4,000	5 años
De 4,000 a 15,000	10 años
De 15,000 a 70,000	15 años
Más de 70,000	20 años

Tabla 3. Periodos de diseño

3.1.1 Población de proyecto

Para determinar la población de proyecto se tendrán en cuenta datos obtenidos de los censos de población más actualizados, generalmente realizados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), y que se toman como base para que, a través de cálculos matemáticos ya establecidos, tales como el de Malthus, Extensión gráfica, Geométrico y Aritmético, etc.; se determine la población de proyecto final.

3.2 Aportación de aguas negras

Para determinar la aportación de agua negra al sistema en proyecto, es necesario saber la dotación estimada, (o que ya se maneja, si es ampliación), esta dotación se determina en base a la tabla.

Clima	Consumo l/hab/d			Subtotal por Clima
	Bajo	Medio	Alto	
Cálido Húmedo	198	206	243	201
Cálido Subhúmedo	175	203	217	191
Seco o Muy Seco	184	191	202	190
Templado o Frio	140	142	145	142

Tabla 4. Promedio del consumo de agua potable estimado por el clima predominante.

3.3 Gastos de diseño

Los gastos que se consideran en los proyectos de alcantarillado son: medio, mínimo, máximo instantáneo y máximo extraordinario.

Los tres últimos se determinan a partir del primero.

El gasto medio de aguas residuales se calcula en función de los habitantes servidos y la aportación determinada para la zona de estudio. En zonas industriales y comerciales, el cálculo se hace con base en las demandas del desarrollo correspondiente, multiplicadas por el coeficiente de aportación y transformadas a l/s.

Para determinar el gasto máximo instantáneo es necesario conocer el gasto medio y el valor de coeficiente de variación, En zonas industriales y comerciales el coeficiente de variación (M), se puede calcular utilizando una población equivalente, en función de la dotación media de la zona.

El gasto máximo extraordinario es el resultado de multiplicar el gasto máximo instantáneo por un coeficiente de seguridad (CS), que garantice el buen funcionamiento del sistema, en caso de presentarse aportaciones no previstas, debido a conexiones del sistema de zonas no consideradas.

3.3.1 Gasto medio anual

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

La CONAGUA considera que para un diseño de una nueva red de alcantarillado se deben construir herméticamente, por lo que no se adicionara el caudal de aguas residuales, por el volumen de filtraciones.

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

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

Donde:

Q_{MED} : Gasto medio de aguas residuales en l/s.

A_P : Aportación de aguas residuales por día, en l/hab.

P : Población en número de habitantes.

86 400 : Segundos en un día, s/d.

3.3.2 Gasto mínimo

Se tomará como la mitad del Gasto medio diario, pero no deberá ser menor de 1.5 l/s en zonas donde los excusados sean de 16 l o 1.0 l/s en zonas donde los excusados sean de 6 l.

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

3.3.3 Gasto máximo instantáneo

Se calculará afectando al gasto medio diario por un coeficiente de variación “M”, de la siguiente forma:

$$Q_{MI} = Q_m \times M$$

Donde:

Q_{MI} : Gasto máximo instantáneo, en l/s.

Q_m : Gasto medio diario anual, en l/s.

M : Coeficiente de variación instantánea.

Es el valor de escurrimiento que se puede presentar en un instante dado. Para evaluar este gasto se considera la cantidad de habitantes servidos y no tiene relación con las condiciones socioeconómicas de la población.

El gasto máximo instantáneo se obtiene a partir de la condición de Harmon (M):

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

Donde:

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

Los valores del coeficiente M , se presentan en la tabla.

Población (P) (habitantes)	M
$P < 1,000$	3.8
$1,000 < P < 63,450$	$1 + \frac{14}{4 + \sqrt{P}}$ P en miles de habitantes
$P > 63,450$	2.17

Tabla 5. Coeficiente de variación "M".

3.3.4 Gasto máximo extraordinario

Se calculará en función del gasto máximo instantáneo de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_{ME} = 1.5 \times Q_{MI}$$

Donde:

Q_{ME} : Gasto máximo extraordinario, l/s.

Q_{MI} : Gasto máximo instantáneo, l/s.

3.4 Pendientes

Los límites de velocidad mínima y máxima fijadas para el funcionamiento óptimo de las alcantarillas determinan pendientes mínimas y máximas para los diferentes diámetros de tuberías.

Según los Lineamientos Técnicos para Factibilidades del Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA, 2014), los albañales deben estar alojados en zanja y correctamente alineadas al centro de la misma, con una pendiente mínima del 2%.

Las pendientes sugeridas en el proyecto serán preferentemente las obtenidas siguiendo el perfil natural del terreno, hasta donde sea posible, con la finalidad de tener la menor excavación y construcción de estructuras con caída libre. En casos especiales cuando las pendientes del terreno sean muy grandes, se instalarán conductos que permitan estas velocidades.

Siguiendo estas recomendaciones se evitará también tener azolves y malos olores, así como evitar la contaminación ambiental.

La pendiente se calcula con la siguiente expresión:

$$s = \frac{\text{diferencia de cotas} \times 1000}{\text{longitud}}$$

$$s = \frac{H \times 1000}{\text{longitud}} = \text{milesimas}$$

Donde:

s: Pendiente del conducto en milésimas.

H : Diferencia de cotas en el tramo (cota inicial, cota final, en mm).

3.5 Velocidades

Los conductos que integren el sistema deberán ser revisados en su funcionamiento hidráulico de acuerdo al tirante y a su velocidad tanto máxima como mínima debiendo apoyarse en la fórmula de Manning.

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

Donde:

V : Velocidad media de escurrimiento en m/s.

R : Radio hidráulico en m.

S : Pendiente geométrica de la tubería.

n : Coeficiente de rugosidad de Manning.

Los valores de n que se recomiendan para diferentes materiales de la tubería se muestran en la tabla:

Material de la tubería	n
Asbesto cemento	0.010
Concreto liso	0.012
Concreto áspero	0.016
Acero galvanizado	0.014
Fierro fundido	0.013
Acero soldado sin revestimientos	0.014
Acero soldado con revestimiento interior a base de resinas epóxicas o similar	0.011
Plástico PVC	0.009

Tabla 6. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning para distinto materiales de la tubería.

3.6 Velocidades a gasto máximo y mínimo

Para calcular la relación de velocidad (RV) y la relación de gasto (RQ), se utilizan las fórmulas siguientes:

$$RV = \frac{V_{tpll}}{V_{tll}}$$

Donde:

RV : Relación de velocidad.

V_{tpll} : Velocidad a tubo parcialmente lleno.

V_{tll} : Velocidad a tubo lleno.

$$RQ = \frac{Q_{tpll}}{Q_{tll}}$$

Donde:

RQ : Relación de gasto.

Q_{tpll} : Gasto a tubo parcialmente lleno.

Q_{tll} : Gasto a tubo lleno.

De la ecuación de Relación de gasto (RQ), se despeja la velocidad a tubo parcialmente lleno:

$$V_{tpll} = RV \times V_{tll}$$

3.7 Determinación de tirante

Para determinar el tirante a gasto mínimo (Q_{min}) y a gasto máximo previsto (Q_{ME}), se utiliza la última escala del Nomograma de Manning, donde aparece la escala de relación de gasto, al intercalar estos datos con la penúltima escala, de tirantes se obtiene el dato de relación de tirante a tubo lleno y a tubo parcialmente lleno, este dato al multiplicarlo por el diámetro del conducto del tramo se obtiene el tirante a gasto mínimo y máximo.

Se utilizan las siguientes formulas:

$$Relación\ de\ gasto = \frac{Gasto\ a\ tubo\ parcialmente\ lleno}{Gasto\ a\ tubo\ lleno}$$

$$RQ = \frac{Q_{tpll}}{Q_{tll}}$$

$$Tr \min = Tr \times Diám$$

Donde:

Tr min: Tirante mínimo en tubería.

Tr: Tirante a tubo parcialmente.

Diám: Diámetro del tubo.

3.8 Diámetro de tubería y tirantes

El diámetro de los conductos deberá seleccionarse, de manera que su capacidad sea tal que gasto máximo extraordinario, el agua escurra sin presión a tubo parcialmente lleno, y con un tirante a gasto mínimo, que permita arrastrar las partículas sólidas, por normatividad el diámetro mínimo que deben tener las tuberías es de 20 cm.

Material de fabricacion del conducto	Velocidad maxima (m/s)	Velocidad minima (m/s)
Concreto simple	3.00	0.30
Concreto reforzado	3.50	0.30
Concreto presforzado	3.50	0.30
Acero	5.00	0.30
Acero galvanizado	5.00	0.30
Asbesto cemento	5.00	0.30
Fierro fundido	5.00	0.30
Hierro ductil	5.00	0.30
Polietileno alta densidad	5.00	0.30
PVC(Policloruro de vinilo)	5.00	0.30

Tabla 7. Velocidad máxima y mínima para proyecto de alcantarillado sanitario, (CNA 1999).

El tirante mínimo cuando la velocidad mínima permitida es decir 0.3 m/seg será igual o mayor a 1.50 cm dentro del tubo, para que pueda arrastrar las partículas en suspensión. Cuando la velocidad sea la máxima permitida o sea 3.0 m/seg el tirante mínimo deberá ser igual o mayor a 1.0 cm dentro de la tubería.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo de este proyecto se eligió una localidad El Parral, existente en el municipio de Villa Corzo en el estado de Chiapas, del cual se tiene la información detallada.

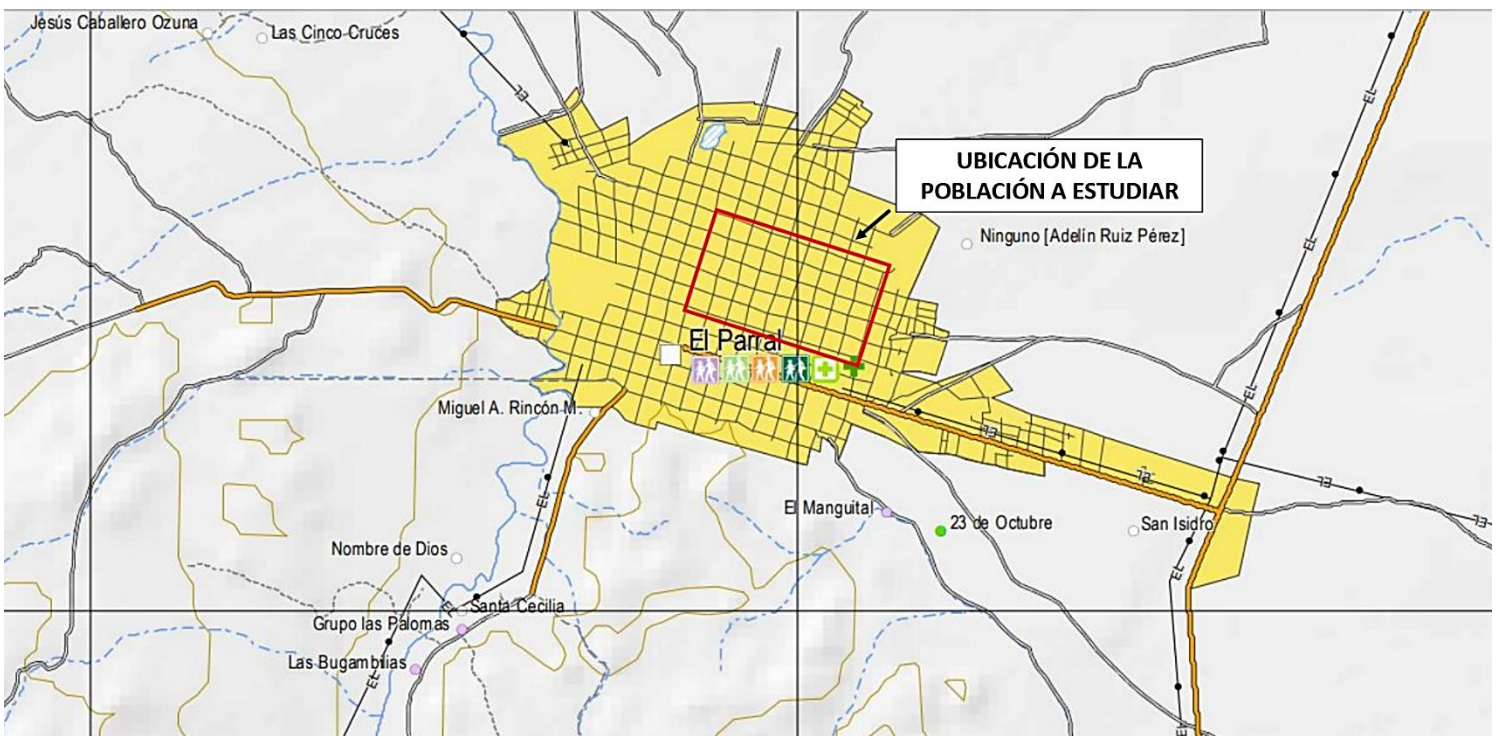


Figura 6. Mapa satelital de la población a estudiar en El Parral en Villa Corzo, Chiapas.

Datos básicos del proyecto

Población actual	15,587 habitantes
Población de proyecto	24,946 habitantes (SE CALCULA)
Dotación	203 l/hab/día
Aportación	80%
Gasto medio	SE CALCULA
Gasto mínimo	SE CALCULA
Gasto Max. Inst.	SE CALCULA
Gasto Max. Extraor.	SE CALCULA
Sistema	Separado (SANITARIO)
Coefficiente de seguridad	1.5 y “M”

Trazo de la red

El trazo de la red de alcantarillado sanitario se efectuó por el centro de las vialidades y sólo en los tramos que, por topografía, puedan recibir aportaciones por gravedad de la lotificación.

Planos de proyecto

Con la información disponible y el trazo de la red, se elaboró el proyecto ejecutivo de la red de alcantarillado, en el cual se consignan el trazo de la red, ubicación de pozos, longitud, diámetro y pendiente por tramos, así como las elevaciones de brocal y plantilla en cada pozo, así como la descarga final hacia el drenaje municipal a partir de la salida de la planta de tratamiento.

El cálculo en detalle, de los gastos y de los datos de proyecto, aparecen en la memoria de cálculo correspondiente, los cuales se presentan (VER ANEXO), donde se observa que el gasto máximo sanitario, considerando un coeficiente de previsión de 1.5, y resultando en el cálculo una tubería con diámetro de 20 cm.

Una vez terminados los trabajos de apoyo al proyecto, y apoyándose en los datos anteriores se procederá al cálculo hidráulico de la red, mediante el uso de una tabla de cálculo para un sistema de alcantarillado de aguas negras, a continuación, se detallan paso a paso los cálculos por columnas, tomando unos ejemplos.

Tramo

Es la numeración de cada tramo entre pozos de visita del colector a partir del inicio de aguas arriba hacia aguas abajo, y se colocara en cada renglón.

Longitudes

- Propia. Es la distancia entre pozos del tramo en estudio.
- Tributaria. Es la sumatoria de todas las longitudes de tramos que descargan al inicio de cada tramo en estudio según la red propuesta.
- Acumulada. Es la suma de la longitud propia y la tributaria en cada tramo calculado.

Población servida

Para efectuar la elaboración del proyecto es necesario determinar la población futura de la localidad donde se llevará a cabo dicho proyecto.

Para obtener la determinación de la población futura, se realizaron los cálculos por medio de los siguientes métodos:

1. Método aritmético
2. Método geométrico por porcentajes
3. Método geométrico por incremento total

Método aritmético

Calcular la población futura para la colonia El Parral en el municipio de Villa Corzo, Chiapas contemplando un periodo de diseño y vida útil de 20 años, en base a los datos proporcionados por INEGI.

Año	Núm. Habitantes
1950	12699
1960	19797
1970	25579
1980	31032
1990	54424
2000	68685
2010	74477

Pa	Pi	n	N
74477	12699	60	20

$$I = \frac{74477 - 12699}{60} = 1029.633333$$

$$\text{Crecimiento anual promedio} = 1029.633333$$

$$Pf = 74477 + (1029.633333 \times 20) = 95069.66667$$

Población futura = 95,069.66 habitantes

Método geométrico por porcentajes

AÑO	NÚM. HAB.	INCREMENTO	% INCREMENTO
1950	12699		
1960	19797	7098	55.89
1970	25579	5782	29.21
1980	31032	5453	21.32

1990	54424	23392	75.38
2000	68685	14261	26.20
2010	74477	5792	8.43
			216.44

$$\% Pr = \frac{216.44}{60} = 3.61$$

$$Pf = \frac{74477 + (74477 \times 3.61 \times 20)}{100} = 128208.5173$$

Población futura = 128,208.173 habitantes

Método geométrico por incremento medio total

AÑO	NÚM. HAB.	LOG Pa	LOG Pf	LOG Pf - LOG Pa	LOG (1+r) / n
1950	12699	4.1038	4.2966	0.1928	0.0193
1960	19797	4.2966	4.4079	0.1113	0.0111
1970	25579	4.4079	4.4918	0.0839	0.0084
1980	31032	4.4918	4.7358	0.2440	0.0244
1990	54424	4.7358	4.8369	0.1011	0.0101
2000	68685	4.8369	4.8720	0.0352	0.0035
2010	74477	4.8720			0.0768

$$\log(1 + r) = \frac{0.0768}{3} = 0.0256$$

$$\log Pf = 4.8720 + (10 \times 0.0256) = 5.128106392$$

$$\text{Antilogaritmo} = 10^{5.128106392} = 134309.3946$$

Población futura = 134,309.3946 habitantes

Método Aritmético = 95,069.66

Método geométrico por Porcentajes = 128,208.173

Método geométrico por incremento medio total = 134,309.3946

Promedio = 119,195.7425

Población El Parral

Para realizar los cálculos necesarios para el diseño de la red de alcantarillado, tomando los datos de los tres métodos para conocer la población a futuro del municipio de Villa Corzo, sacaremos cual es el incremento de la población actual a la población futura a 20 años.

$$\% = \left(\frac{74477}{119195.7425} \right) \times 100 = 160.0436947$$

Incremento = 160 %

El municipio de Villa Corzo de la población actual de 74,477 habitantes a una población futura a 20 años 119,195.7425, tuvo un incremento del 160 %.

En 2020, la población en El Parral fue de 15,587 habitantes (48.7% hombres y 51.3% mujeres).

Para conocer la población futura de la colonia El Parral debemos de realizar el siguiente cálculo:

$$Pf = 15587 \times 1.600436947 = 24946.01069$$

Población futura = 24,946 habitantes

Cálculo número de habitantes por tramo

$$862.1416 \times 6 = 5172.8496$$

$$489.0960 \times 10 = 4890.96$$

$$5172.8496 + 4890.96 = 10,063.8096 \text{ mc}$$

Población Proyecto = 24,946

Densidad lineal

$$DL = \frac{24946}{10063.8096} = 2.48 \text{ hb/ml}$$

Gastos

En estas columnas se calcularán los gastos de aguas negras, en función de la población servida en cada tramo en estudio, tomando en cuenta la cantidad de aportación del 80% de la dotación considerada para este proyecto.

$$\text{Aportacion considerada} = 0.80 \times \text{Dotación}$$

$$\text{Aportación } 203 \times 80\% = 162.4 \text{ lts/hab/dia}$$

Tramo 1

Población

$$hab = 97.71 \times 2.48 = 242.20$$

Gasto medio

$$Q_{med} = \frac{162.4 \times 242.20}{86400} = 0.46$$

Gasto máximo instantáneo

$$\text{Coeficiente } M = 3.80$$

$$Q_{MI} = 0.46 \times 3.80 = 1.73$$

Gasto máximo extraordinario

$$Q_{ME} = 1.5 \times 1.73 = 2.59$$

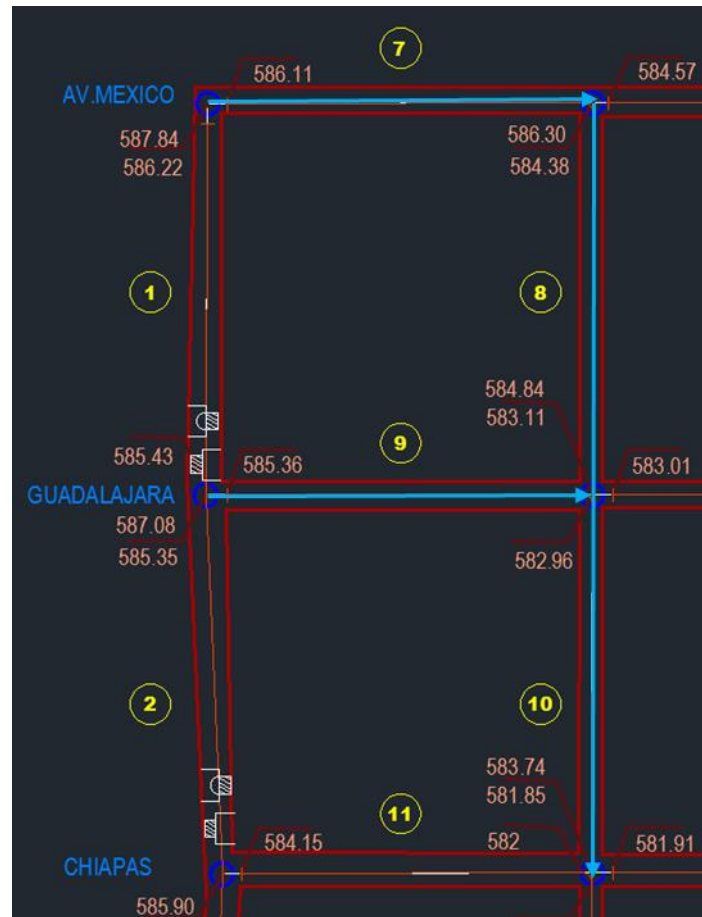
Gasto mínimo

Se tomará como la mitad del Gasto medio diario, pero no deberá ser menor de 1.5 l/s.

$$Q_{min} = \frac{0.46}{2} = 0.23$$

Como el valor es menor no se toma y se deja por regla el valor de 1.5 para el diseño.

Tramo 10



Población

$$hab = 384.11 \times 2.48 = 952.13$$

Gasto medio

$$Q_{MED} = \frac{162.4 \times 952.13}{86400} = 1.79$$

Gasto máximo instantáneo

Coeficiente $M = 3.80$

$$Q_{MI} = 1.79 \times 3.80 = 6.80$$

Gasto máximo extraordinario

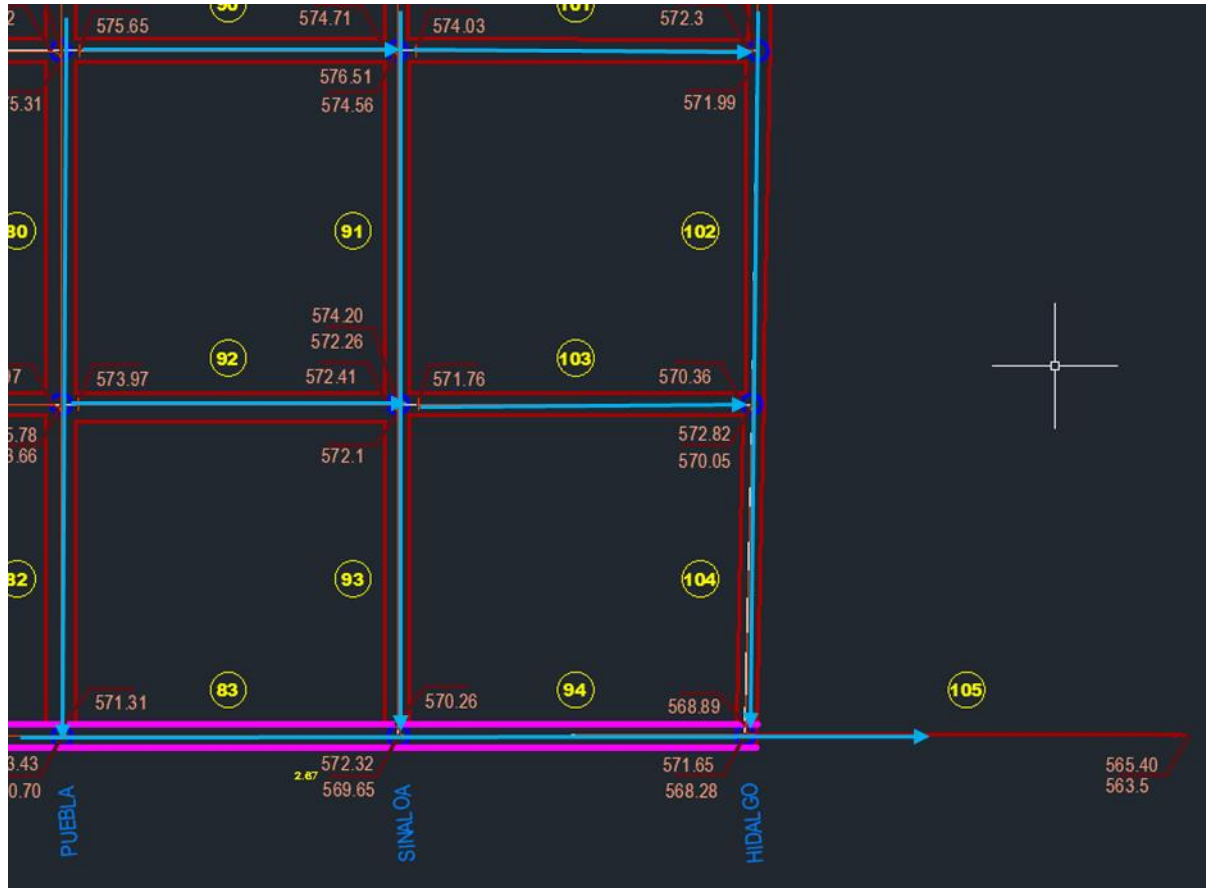
$$Q_{ME} = 1.5 \times 6.80 = 10.20$$

Gasto mínimo

Se tomará como la mitad del Gasto medio diario, pero no deberá ser menor de 1.5 l/s.

Como el valor es menor no se toma y se deja por regla el valor de 1.5 para el diseño.

Tramo 105



Gasto medio

$$Q_{MED} = \frac{162.4 \times 25180.59}{86400} = 47.33$$

Gasto máximo instantáneo

Coeficiente $M = 3.80$

$$Q_{MI} = 47.33 \times 3.80 = 179.86$$

Gasto máximo extraordinario

$$Q_{ME} = 1.5 \times 179.86 = 269.78$$

Gasto mínimo

Se tomará como la mitad del Gasto medio diario, pero no deberá ser menor de 1.5 l/s.

$$Q_{min} = \frac{47.33}{2} = 23.665$$

Se toma este valor para el diseño.

Pendiente

Con la finalidad de realizar la menor excavación posible, los conductos de agua residual seguirán con una pendiente similar o igual a la del terreno, en cada tramo se realiza el cálculo, para después verificar con el Nomograma de Manning y con las pendientes máximas y mínimas permitidas.

T r a m o 1

$$pend = \left(\frac{587.84 - 586.30}{97.71} \right) 100 = 15.76 \text{ milésimas}$$

T r a m o 10

$$pend = \left(\frac{585.07 - 583.76}{93.72} \right) 100 = 13.98 \text{ milésimas}$$

T r a m o 105

Este último tramo no tiene pendiente.

Con esto, el cálculo de las pendientes por la poca inclinación del terreno, por lo que se va a tomar una pendiente de 100 milésimas, que genera una velocidad permitida para este diámetro.

Cálculo del diámetro

Los diámetros se determinan en la cuarta columna del Nomograma de Manning, Anexo, uniendo con una línea recta gasto y pendiente correspondiente, hay que recordar que el diámetro mínimo permitido es de 20 cm.

T r a m o 1

Descripción: De acuerdo con el Nomograma de Manning la tubería de este tramo es de 3.96 cm, de acuerdo con la Norma se dejará un diámetro de 20 cm. (NOMOGRAMA DE MANNING UTILIZADO EN AUTOCAD ANEXO No. 2)

Cálculo de gastos y velocidad a tubo lleno

Utilizando el Nomograma de Manning, y teniendo los datos de pendiente y diámetro, se traza una línea recta uniendo estos para obtener en las escalas centrales el gasto y la velocidad a tubo lleno.

Las lecturas del Nomograma se vaciaron en la tabla, donde al unir con una línea recta en el nomograma, los valores de pendiente y diámetro conocidos dan los valores en el cruce de la recta en las escalas centrales de gasto y velocidad a tubo lleno. (NOMOGRAMA DE MANNING UTILIZADO EN AUTOCAD ANEXO No. 3)

Determinación de velocidades reales a gasto máximo y mínimo

Para conocer la velocidad real a gasto mínimo (Q_{min}) y a gasto máximo extraordinario (Q_{ME}), se utiliza la última escala del Nomograma de Manning, en esta aparecen dos escalas una de relación de velocidad y otra de gastos, al intercalar los datos entre ambas se obtiene la velocidad. (NOMOGRAMA DE MANNING UTILIZADO EN AUTOCAD ANEXO No. 4)

T r a m o 1

Velocidad mínima

$$RQ = \frac{1.5}{109} = 0.013$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RV = 0.34$$

$$V_{tpll} = 0.34 \times 3.5 = 1.19 \text{ m/s}$$

Velocidad máxima

$$RQ = \frac{2.59}{109} = 0.023$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RV = 0.41$$

$$V_{tpll} = 0.41 \times 3.5 = 1.435 \text{ m/s}$$

Tramo 10

Velocidad mínima

$$RQ = \frac{1.5}{109} = 0.013$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RV = 0.34$$

$$V_{tpll} = 0.34 \times 3.5 = 1.19 \text{ m/s}$$

Velocidad máxima

$$RQ = \frac{10.20}{109} = 0.093$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RV = 0.630$$

$$V_{tpll} = 0.630 \times 3.5 = 2.205 \text{ m/s}$$

Tramo 105

Velocidad mínima

$$RQ = \frac{23.67}{5900} = 0.0040$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RV = 0.10$$

$$V_{tpll} = 0.10 \times 9.1 = 0.91 \text{ m/s}$$

Velocidad máxima

$$RQ = \frac{269.78}{5900} = 0.045$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RV = 0.513$$

$$V_{tpll} = 0.513 \times 9.1 = 4.6683 \text{ m/s}$$

Determinación de tirante a gasto máximo y mínimo

Para determinar el tirante a gasto mínimo (Q_{min}) y a gasto máximo previsto (Q_{ME}), se utiliza la última escala del Nomograma de Manning, donde aparece la escala de relación de gasto, al intercalar estos datos con la penúltima escala, de tirantes se obtiene el dato de relación de tirante a tubo lleno y a tubo parcialmente lleno, este dato al multiplicarlo por el diámetro del conducto del tramo se obtiene el tirante a gasto mínimo y máximo. (NOMOGRAMA DE MANNING UTILIZADO EN AUTOCAD ANEXO No. 5)

Tramo 1

Tirante mínimo

$$Q_{min} = 1.5$$

$$Q_{tll} = 109$$

$$\emptyset = 20 \text{ cm}$$

$$RQ = \frac{1.5}{109} = 0.013$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RR = 0.07$$

$$Tr \text{ min} = 0.07 \times 20 = 1.4 \text{ cm}$$

Tirante máximo

$$Q_{min} = 2.59$$

$$Q_{tll} = 109$$

$$\emptyset = 20 \text{ cm}$$

$$RQ = \frac{2.59}{109} = 0.023$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RR = 0.105$$

$$Tr\ min = 0.105 \times 20 = 2.1\ cm$$

T r a m o 10

Tirante mínimo

$$Q_{min} = 1.5$$

$$Q_{tll} = 109$$

$$\emptyset = 20\ cm$$

$$RQ = \frac{1.5}{109} = 0.013$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RR = 0.07$$

$$Tr\ min = 0.07 \times 20 = 1.4\ cm$$

Tirante máximo

$$Q_{min} = 10.22$$

$$Q_{tll} = 109$$

$$\emptyset = 20\ cm$$

$$RQ = \frac{10.22}{109} = 0.093$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RR = 0.208$$

$$Tr\ min = 0.208 \times 20 = 4.16\ cm$$

T r a m o 105

Tirante mínimo

$$Q_{min} = 23.67$$

$$Q_{tll} = 5900$$

$$\emptyset = 90\ cm$$

$$RQ = \frac{23.67}{5900} = 0.0040$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RR = 0.029$$

$$Tr\ min = 0.029 \times 90 = 2.61\ cm$$

Tirante máximo

$$Q_{min} = 269.78$$

$$Q_{tll} = 5900$$

$$\emptyset = 90 \text{ cm}$$

$$RQ = \frac{269.78}{5900} = 0.045$$

Buscamos en el Nomograma de Manning:

$$RR = 0.140$$

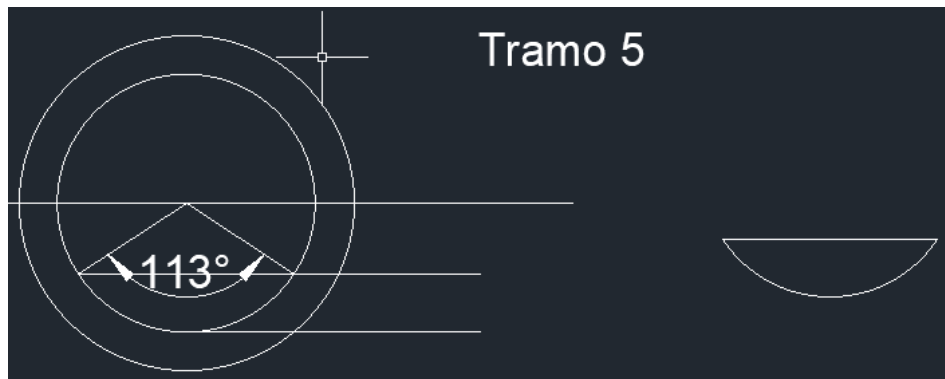
$$Tr \text{ min} = 0.140 \times 90 = 12.6 \text{ cm}$$

Todos los resultados anteriores se vacían en la en la que podremos determinar si los datos obtenidos, cumplen o no con las especificaciones generales para el cálculo de una red de alcantarillado sanitario.

Como se mencionó anteriormente, debe revisarse el funcionamiento hidráulico apoyándose en la Formula de Manning, a continuación, se muestran algunos ejemplos del cálculo:

Formula Velocidad Manning						
Tramo	Perímetro Mojado	A	Rh	n	S	V
5	0.1977	0.0053	0.0268083	0.012	0.02	1.0581836
16	0.234	0.0081	0.0346154	0.012	0.02	1.2545472
28	0.3853	0.0204	0.0529458	0.012	0.02	1.6649657
39	0.4065	0.0258	0.0634686	0.012	0.02	1.8786166
83	0.5364	0.0453	0.0844519	0.012	0.02	2.2722475
94	0.5729	0.0503	0.0877989	0.012	0.02	2.3318335

TRAMO 5



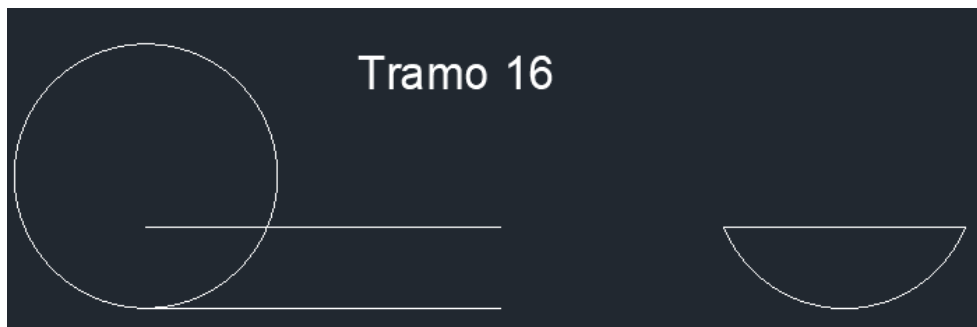
$$P = 0.1977$$

$$A = 0.0053$$

$$Rh = \frac{0.0053}{0.1977} = 0.0268$$

$$V = \left(\frac{1}{0.012} \right) (0.0268^{2/3}) (0.02^{1/2}) = 1.05$$

TRAMO 16



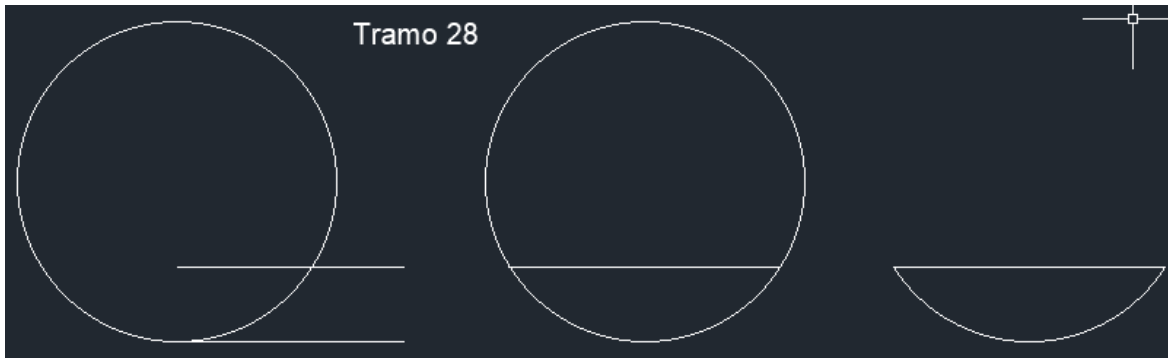
$$P = 0.2340$$

$$A = 0.0081$$

$$Rh = \frac{0.0081}{0.2340} = 0.0346$$

$$V = \left(\frac{1}{0.012} \right) (0.0346^{2/3}) (0.02^{1/2}) = 1.25$$

TRAMO 28



$$P = 0.3853$$

$$A = 0.0204$$

$$Rh = \frac{0.0204}{0.3853} = 0.0529$$

$$V = \left(\frac{1}{0.012} \right) (0.0529^{2/3}) (0.02^{1/2}) = 1.66$$

TRAMO 39

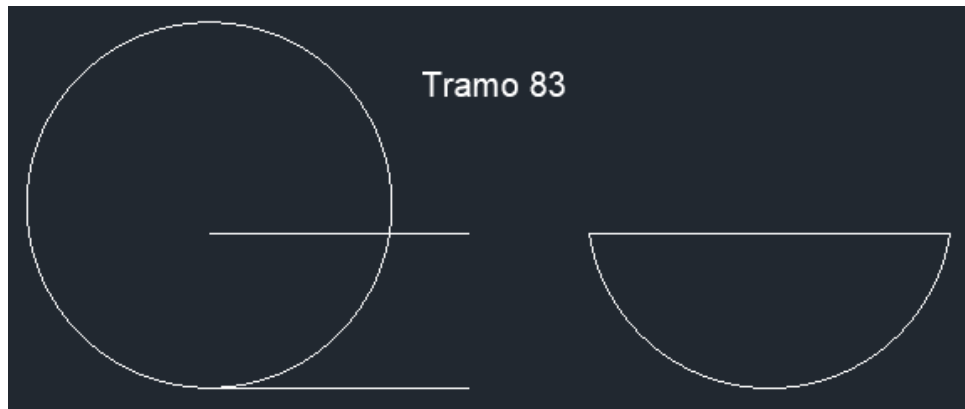


$$P = 0.4065$$

$$A = 0.0258$$

$$Rh = \frac{0.0258}{0.4065} = 0.0634$$

$$V = \left(\frac{1}{0.012} \right) (0.0634^{2/3}) (0.02^{1/2}) = 1.87$$

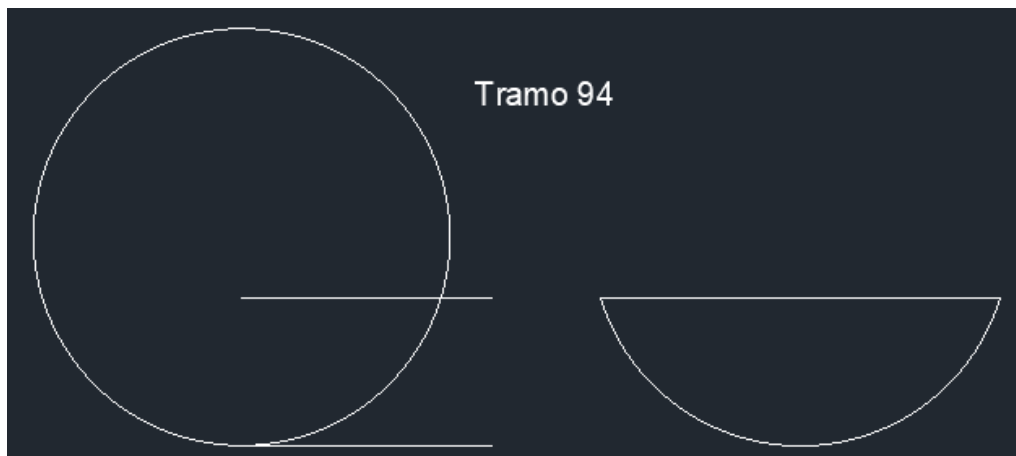
TRAMO 83

$$P = 0.5364$$

$$A = 0.0453$$

$$Rh = \frac{0.0453}{0.5364} = 0.0844$$

$$V = \left(\frac{1}{0.012} \right) (0.0844^{2/3}) (0.02^{1/2}) = 2.26$$

TRAMO 94

$$P = 0.5729$$

$$A = 0.0503$$

$$Rh = \frac{0.0503}{0.5729} = 0.0877$$

$$V = \left(\frac{1}{0.012} \right) (0.0877^{2/3}) (0.02^{1/2}) = 2.33$$

A un cuando hubo variaciones en los resultados obtenidos por el Nomograma de Manning con los obtenidos de la Formula de Manning, ambos son aceptados porque entran dentro de los criterios establecidos en el Tomo 20 del Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Se analizaron los limites mínimo y máximo, con esto se asegura que los intermedios también cumplen y son aceptados dentro de los criterios.

TABLA CÁLCULO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLADO SANITARIO																				
Tramo	Longitud			Población hab/ml	Población hab	Gasto Aguas Negras l/s					Funcionamiento Hidráulico									
	Propia	Tributaria	Acumulada			Mínimo	Medio	Max. Inst	Max. Ext	M	Pendiente			Diámetro Ø	Tubo lleno		V Efectiva		Tirantes (cm)	
											S Inicial	S Final	Pend		Q l/s	V m/s	Mín	Max	Mín	Max
1	97.71	0.00	97.71	2.48	242.20	0.23	0.46	1.73	2.59	3.80	587.84	586.30	15.76	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
2	94.62	97.71	192.33	2.48	476.74	0.45	0.90	3.41	5.11	3.80	586.30	584.84	15.43	20	109	3.50	1.190	1.799	1.400	2.820
3	103.94	192.33	296.27	2.48	734.39	0.69	1.38	5.25	7.87	3.80	587.84	587.08	7.31	20	109	3.50	1.190	2.044	1.400	3.680
4	99.26	296.27	395.53	2.48	980.43	0.92	1.84	7.00	10.50	3.80	587.08	584.84	22.57	20	109	3.50	1.190	2.216	1.400	4.220
5	92.78	395.53	488.31	2.48	1210.41	1.14	2.28	8.65	12.97	3.80	584.84	583.74	11.86	20	109	3.50	1.120	2.352	4.500	4.640
6	84.55	488.31	572.86	2.48	1420.00	1.33	2.67	10.14	15.21	3.80	587.08	585.90	13.96	20	109	3.50	1.155	2.478	2.000	5.080
7	96.05	0.00	96.05	2.48	238.09	0.22	0.45	1.70	2.55	3.80	585.90	583.74	22.49	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
8	98.43	96.05	194.48	2.48	482.07	0.45	0.91	3.44	5.16	3.80	583.74	582.46	13.00	20	109	3.50	1.190	1.803	1.400	2.840
9	95.91	0.00	95.91	2.48	237.74	0.22	0.45	1.70	2.55	3.80	586.30	585.07	12.82	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
10	93.72	290.39	384.11	2.48	952.13	0.89	1.79	6.80	10.20	3.80	585.07	583.76	13.98	20	109	3.50	1.190	2.205	1.400	4.160
11	91.62	0.00	91.62	2.48	227.11	0.21	0.43	1.62	2.43	3.80	584.84	583.76	11.79	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
12	103.54	475.73	579.27	2.48	1435.88	1.35	2.70	10.26	15.38	3.80	583.76	582.46	12.56	20	109	3.50	1.155	2.454	2.000	5.120
13	95.93	0.00	95.93	2.48	237.79	0.22	0.45	1.70	2.55	3.80	582.46	581.78	7.09	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
14	99.09	675.20	774.29	2.48	1919.30	1.80	3.61	13.71	20.56	3.80	585.07	584.65	4.24	20	109	3.50	1.260	2.692	3.040	5.960
15	90.76	0.00	90.76	2.48	224.97	0.21	0.42	1.61	2.41	3.80	584.65	583.24	15.54	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
16	93.49	865.05	958.54	2.48	2376.01	2.23	4.47	16.97	25.46	3.80	583.76	583.24	5.56	20	109	3.50	1.365	2.867	6.100	6.620
17	93.66	1531.40	1625.06	2.48	4028.17	3.79	7.57	28.77	43.16	3.80	583.24	581.78	15.59	20	109	3.50	1.645	3.318	4.980	8.780
18	92.88	0.00	92.88	2.48	230.23	0.22	0.43	1.64	2.47	3.80	581.78	580.54	13.35	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
19	98.52	92.88	191.40	2.48	474.44	0.45	0.89	3.39	5.08	3.80	585.90	584.78	11.37	20	109	3.50	1.190	1.799	1.400	2.820
20	93.29	0.00	93.29	2.48	231.25	0.22	0.43	1.65	2.48	3.80	584.78	583.34	15.44	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.080
21	92.52	284.69	377.21	2.48	935.02	0.88	1.76	6.68	10.02	3.80	583.74	583.34	4.32	20	109	3.50	1.190	2.198	1.400	4.120
22	93.81	0.00	93.81	2.48	232.53	0.22	0.44	1.66	2.49	3.80	583.34	581.86	15.78	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.080
23	104.70	471.02	575.72	2.48	1427.08	1.34	2.68	10.19	15.29	3.80	582.46	581.86	5.73	20	109	3.50	1.155	2.450	2.000	5.100
24	93.37	0.00	93.37	2.48	231.44	0.22	0.44	1.65	2.48	3.80	581.86	580.54	14.14	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.080
25	99.65	669.09	768.74	2.48	1905.54	1.79	3.58	13.61	20.42	3.80	580.54	579.69	8.53	20	109	3.50	1.260	2.688	3.040	5.940
26	93.44	0.00	93.44	2.48	231.62	0.22	0.44	1.65	2.48	3.80	584.65	584.23	4.49	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.080
27	93.64	862.18	955.82	2.48	2369.27	2.23	4.45	16.92	25.38	3.80	584.23	583.00	13.14	20	109	3.50	1.365	2.863	6.100	6.600
28	95.86	2580.88	2676.74	2.48	6635.06	6.24	12.47	47.39	71.09	3.80	583.24	583.00	2.50	38	580	5.19	1.661	3.508	5.700	8.968
29	97.08	0.00	97.08	2.48	240.64	0.23	0.45	1.72	2.58	3.80	583.00	581.17	18.85	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
30	98.07	97.08	195.15	2.48	483.73	0.45	0.91	3.46	5.18	3.80	581.78	581.17	6.22	20	109	3.50	1.190	1.803	1.400	2.840
31	96.16	0.00	96.16	2.48	238.36	0.22	0.45	1.70	2.55	3.80	581.17	579.69	15.39	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
32	92.96	291.31	384.27	2.48	952.52	0.90	1.79	6.80	10.21	3.80	579.69	578.76	10.00	20	109	3.50	1.190	2.205	1.400	4.160
33	95.11	0.00	95.11	2.48	235.76	0.22	0.44	1.68	2.53	3.80	584.78	584.02	7.99	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
34	103.81	479.38	583.19	2.48	1445.60	1.36	2.72	10.33	15.49	3.80	584.02	582.79	11.85	20	109	3.50	1.155	2.457	2.000	5.140
35	96.47	0.00	96.47	2.48	239.13	0.22	0.45	1.71	2.56	3.80	583.34	582.79	5.70	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
36	100.02	679.66	779.68	2.48	1932.66	1.82	3.63	13.80	20.71	3.80	582.79	581.24	15.50	20	109	3.50	1.260	2.699	3.040	6.000
37	96.19	0.00	96.19	2.48	238.43	0.22	0.45	1.70	2.55	3.80	581.86	581.24	6.45	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
38	93.37	875.87	969.24	2.48	2402.54	2.26	4.52	17.16	25.74	3.80	581.24	579.92	14.14	20	109	3.50	1.365	2.877	6.100	6.680
39	92.44	3645.98	3738.42	2.48	9266.73	8.71	17.42	66.19	99.28	3.80	580.54	579.92	6.71	30	310	4.20	1.540	3.150	2.760	11.790
40	91.65	0.00	91.65	2.48	227.18	0.21	0.43	1.62	2.43	3.80	579.92	578.76	12.66	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
41	97.64	91.65	189.29	2.48	469.21	0.44	0.88	3.35	5.03	3.80	578.76	577.24	15.57	20	109	3.50	1.190	1.799	1.400	2.820
42	93.85	0.00	93.85	2.48	232.63	0.22	0.44	1.66	2.49	3.80	584.02	583.21	8.63	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
43	93.64	283.14	376.78	2.48	933.96	0.88	1.76	6.67	10.01	3.80	583.21	582.08	12.07	20	109	3.50	1.190	2.198	1.400	4.120
44	92.80	0.00	92.80	2.48	230.03	0.22	0.43	1.64	2.46	3.80	582.79	582.08	7.65	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
45	104.47	469.58	574.05	2.48	1422.95	1.34	2.67	10.16	15.25	3.80	582.08	580.85	11.77	20	109	3.50	1.155	2.478	2.000	5.080
46	93.47	0.00	93.47	2.48	231.69	0.22	0.44	1.65	2.48	3.80	581.24	580.05	12.73	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
47	99.20	667.52	766.72	2.48	1900.53	1.79	3.57	13.57	20.36	3.80	580.85	578.92	19.46	20	109	3.50	1.260	2.681	3.040	5.920
48	93.14	0.00	93.14	2.48	230.87	0.22	0.43	1.65	2.47	3.80	579.92	578.92	10.74	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
49	93.02	859.86	952.88	2.48	2361.98	2.22	4.44	16.87	25.31	3.80	578.92	577.24	18.06	20	109	3.50	1.365	2.863	6.100	6.600
50	95.19	4691.30	4786.49	2.48	11864.67	11.15	22.30	84.74	12											

52	97.93	96.13	194.06	2.48	481.03	0.45	0.90	3.44	5.15	3.80	583.89	582.52	13.99	20	109	3.50	1.190	1.803	1.400	2.840
53	94.96	0.00	94.96	2.48	235.39	0.22	0.44	1.68	2.52	3.80	583.00	582.52	5.05	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
54	93.73	289.02	382.75	2.48	948.75	0.89	1.78	6.78	10.16	3.80	582.52	580.51	21.44	20	109	3.50	1.190	2.205	1.400	4.160
55	95.60	0.00	95.60	2.48	236.97	0.22	0.45	1.69	2.54	3.80	581.17	580.51	6.90	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
56	104.35	478.35	582.70	2.48	1444.39	1.36	2.71	10.32	15.48	3.80	580.51	579.14	13.13	20	109	3.50	1.155	2.457	2.000	5.140
57	95.21	0.00	95.21	2.48	236.00	0.22	0.44	1.69	2.53	3.80	579.69	579.14	5.78	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
58	99.62	677.91	777.53	2.48	1927.33	1.81	3.62	13.77	20.65	3.80	579.14	577.84	13.05	20	109	3.50	1.365	2.695	3.040	5.980
59	95.26	0.00	95.26	2.48	236.13	0.22	0.44	1.69	2.53	3.80	578.76	577.84	9.66	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
60	92.50	872.79	965.29	2.48	2392.74	2.25	4.50	17.09	25.64	3.80	577.84	575.84	21.62	20	109	3.50	1.365	2.874	6.100	6.660
61	97.71	5751.78	5849.49	2.48	14499.62	13.63	27.25	103.56	155.35	3.80	575.84	574.79	10.75	38	580	5.19	2.128	4.448	3.914	13.490
62	96.38	0.00	96.38	2.48	238.91	0.22	0.45	1.71	2.56	3.80	583.89	583.54	3.63	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
63	98.06	96.38	194.44	2.48	481.97	0.45	0.91	3.44	5.16	3.80	583.54	581.78	17.95	20	109	3.50	1.190	1.803	1.400	2.840
64	96.80	0.00	96.80	2.48	239.95	0.23	0.45	1.71	2.57	3.80	582.52	581.78	7.64	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
65	93.20	291.24	384.44	2.48	952.94	0.90	1.79	6.81	10.21	3.80	581.78	579.78	21.46	20	109	3.50	1.190	2.205	1.400	4.160
66	96.00	0.00	96.00	2.48	237.96	0.22	0.45	1.70	2.55	3.80	580.51	579.78	7.60	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
67	104.89	480.44	585.33	2.48	1450.91	1.36	2.73	10.36	15.54	3.80	579.78	578.29	14.21	20	109	3.50	1.155	2.457	2.000	5.140
68	96.67	0.00	96.67	2.48	239.62	0.23	0.45	1.71	2.57	3.80	579.14	578.29	8.79	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
69	99.76	682.00	781.76	2.48	1937.81	1.82	3.64	13.84	20.76	3.80	578.29	576.80	14.94	20	109	3.50	1.260	2.699	3.040	6.000
70	97.09	0.00	97.09	2.48	240.67	0.23	0.45	1.72	2.58	3.80	577.84	576.80	10.71	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
71	92.90	878.85	971.75	2.48	2408.76	2.26	4.53	17.20	25.81	3.80	576.80	574.79	21.64	20	109	3.50	1.365	2.877	6.100	6.680
72	96.11	6821.24	6917.35	2.48	17146.61	16.11	32.23	122.47	183.71	3.80	574.79	573.43	14.15	38	580	5.19	2.232	4.614	3.458	14.782
73	95.97	0.00	95.97	2.48	237.89	0.22	0.45	1.70	2.55	3.80	583.54	583.16	3.96	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
74	97.93	95.97	193.90	2.48	480.64	0.45	0.90	3.43	5.15	3.80	583.16	580.86	23.49	20	109	3.50	1.190	1.803	1.400	2.840
75	96.30	0.00	96.30	2.48	238.71	0.22	0.45	1.70	2.56	3.80	581.78	580.86	9.55	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
76	93.44	290.20	383.64	2.48	950.96	0.89	1.79	6.79	10.19	3.80	580.86	579.00	19.91	20	109	3.50	1.190	2.205	1.400	4.160
77	97.33	0.00	97.33	2.48	241.26	0.23	0.45	1.72	2.58	3.80	579.78	579.00	8.01	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
78	104.30	480.97	585.27	2.48	1450.76	1.36	2.73	10.36	15.54	3.80	579.00	577.44	14.96	20	109	3.50	1.155	2.457	2.000	5.140
79	96.22	0.00	96.22	2.48	238.51	0.22	0.45	1.70	2.56	3.80	578.29	577.44	8.83	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
80	100.11	681.49	781.60	2.48	1937.42	1.82	3.64	13.84	20.76	3.80	577.44	575.78	16.58	20	109	3.50	1.260	2.699	3.040	6.000
81	96.40	0.00	96.40	2.48	238.95	0.22	0.45	1.71	2.56	3.80	576.80	575.78	10.58	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
82	92.10	878.00	970.10	2.48	2404.67	2.26	4.52	17.18	25.76	3.80	575.78	573.43	25.52	20	109	3.50	1.260	2.877	6.100	6.680
83	94.70	7887.45	7982.15	2.48	19786.02	18.60	37.19	141.32	211.99	3.80	573.43	572.32	11.72	38	580	5.19	2.387	4.800	4.636	15.998
84	95.05	0.00	95.05	2.48	235.61	0.22	0.44	1.68	2.52	3.80	583.16	582.11	11.05	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
85	97.59	95.05	192.64	2.48	477.51	0.45	0.90	3.41	5.12	3.80	582.11	580.00	21.62	20	109	3.50	1.190	1.799	1.400	2.820
86	94.59	0.00	94.59	2.48	234.47	0.22	0.44	1.67	2.51	3.80	580.86	580.00	9.09	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
87	93.22	287.23	380.45	2.48	943.05	0.89	1.77	6.74	10.10	3.80	580.00	577.76	24.03	20	109	3.50	1.190	2.202	1.400	4.140
88	94.52	0.00	94.52	2.48	234.29	0.22	0.44	1.67	2.51	3.80	579.00	577.76	13.12	20	109	3.50	1.190	2.454	1.400	2.100
89	104.79	474.97	579.76	2.48	1437.10	1.35	2.70	10.26	15.40	3.80	577.76	576.51	11.93	20	109	3.50	1.155	2.212	2.000	5.120
90	94.29	0.00	94.29	2.48	233.72	0.22	0.44	1.67	2.50	3.80	577.44	576.51	9.86	20	109	3.50	1.190	1.400	1.400	2.080
91	99.88	674.05	773.93	2.48	1918.40	1.80	3.61	13.70	20.55	3.80	576.51	574.20	23.13	20	109	3.50	1.260	2.692	3.040	5.960
92	94.71	0.00	94.71	2.48	234.77	0.22	0.44	1.68	2.52	3.80	575.78	574.20	16.68	20	109	3.50	1.190	1.435	1.400	2.100
93	92.07	868.64	960.71	2.48	2381.39	2.24	4.48	17.01	25.51	3.80	574.20	572.32	20.42	20	109	3.50	1.365	2.870	6.100	6.640
94	97.81	8942.86	9040.67	2.48	22409.86	21.06	42.12	160.06	240.10	3.80	572.32	571.65	6.85	45	900	5.70	2.337	4.879	4.635	15.975
95	100.96	0.00	100.96	2.48	250.26	0.24	0.47	1.79	2.68	3.80	582.11	580.84	12.58	20	109	3.50	1.190	1.470	1.400	2.120
96	97.01	100.96	197.97	2.48	490.72	0.46	0.92	3.51	5.26	3.80	580.84	578.83	20.72	20	109	3.50	1.190	1.806	1.400	2.860
97	100.18	0.00	100.18	2.48	248.32	0.23	0.47	1.77	2.66	3.80	580.00	578.83	11.68	20	109	3.50	1.190	1.470	1.400	2.120
98	92.94	298.15	391.09	2.48	969.43	0.91	1.82	6.92	10.39	3.80	578.83	577.13	18.29	20	109	3.50	1.190	2.212	1.400	4.200
99	101.72	0.00	101.72	2.48	252.14	0.24	0.47	1.80	2.70	3.80	577.76	577.13	6.19	20	109	3.50	1.190	1.470	1.400	2.120
100	105.59	492.81	598.40	2.48	1483.30	1.39	2.79	10.59	15.89	3.80	577.13	574.78	22.26	20	109	3.50	1.155	2.468	2.000	5.200
101	101.85	0.00	101.85	2.48	252.46	0.24	0.47	1.80	2.70	3.80	576.51	574.78	16.99	20	109	3.50	1.190	1.470	1.400	2.120
102	99.64	700.25	799.89	2.48	1982.75	1.86	3.73	14.16	21.24	3.80	574.78	572.82	19.67	20	109	3.50	1.295	2.713	3.060	6.080
103	100.03	0.00	100.03	2.48	247.95	0.23	0.47	1.77	2.66	3.80	574.20	572.82	13.80	20	109	3.50	1.190	1.470	1.400	2.120
104	92.90	899.92	992.82	2.48	2460.99	2.31	4.63	17.58	26.37	3.80	572.82	571.65	12.59	20	109	3.50	1.400	2.902	6.120	6.740
105	125.00	10033.49	10158.49	2.48	25180.69	23.67	47.33	179.86	269.78	3.80	0.00	0.00	0.00	90	5900	9.10	0.910	4.668	2.610	12.600

Volúmenes															
Excavación			Volumen de Obra	Plantilla			Volumen de Obra	Relleno Compactado			Volumen de Obra	Relleno			Volumen de Obra
Ancho	Profundidad	Longitud		Ancho	Profundidad	Longitud		Ancho	Profundidad	Longitud		Ancho	Profundidad	Longitud	
0.65	0.90	97.71	57.16	0.65	0.1	97.71	6.35115	0.65	0.3	97.71	19.05345	0.45	0.3	97.71	13.19085
0.65	0.90	94.62	55.35	0.65	0.1	94.62	6.1503	0.65	0.3	94.62	18.4509	0.45	0.3	94.62	12.7737
0.65	0.90	103.94	60.80	0.65	0.1	103.94	6.7561	0.65	0.3	103.94	20.2683	0.45	0.3	103.94	14.0319
0.65	0.90	99.26	58.07	0.65	0.1	99.26	6.4519	0.65	0.3	99.26	19.3557	0.45	0.3	99.26	13.4001
0.65	0.90	92.78	54.28	0.65	0.1	92.78	6.0307	0.65	0.3	92.78	18.0921	0.45	0.3	92.78	12.5253
0.65	0.90	84.55	49.46	0.65	0.1	84.55	5.49575	0.65	0.3	84.55	16.48725	0.45	0.3	84.55	11.41425
0.65	0.90	96.05	56.19	0.65	0.1	96.05	6.24325	0.65	0.3	96.05	18.72975	0.45	0.3	96.05	12.96675
0.65	0.90	98.43	57.58	0.65	0.1	98.43	6.39795	0.65	0.3	98.43	19.19385	0.45	0.3	98.43	13.28805
0.65	0.90	95.91	56.11	0.65	0.1	95.91	6.23415	0.65	0.3	95.91	18.70245	0.45	0.3	95.91	12.94785
0.65	0.90	93.72	54.83	0.65	0.1	93.72	6.0918	0.65	0.3	93.72	18.2754	0.45	0.3	93.72	12.6522
0.65	0.90	91.62	53.60	0.65	0.1	91.62	5.9553	0.65	0.3	91.62	17.8659	0.45	0.3	91.62	12.3687
0.65	0.90	103.54	60.57	0.65	0.1	103.54	6.7301	0.65	0.3	103.54	20.1903	0.45	0.3	103.54	13.9779
0.65	0.90	95.93	56.12	0.65	0.1	95.93	6.23545	0.65	0.3	95.93	18.70635	0.45	0.3	95.93	12.95055
0.65	0.90	99.09	57.97	0.65	0.1	99.09	6.44085	0.65	0.3	99.09	19.32255	0.45	0.3	99.09	13.37715
0.65	0.90	90.76	53.09	0.65	0.1	90.76	5.8994	0.65	0.3	90.76	17.6982	0.45	0.3	90.76	12.2526
0.65	0.90	93.49	54.69	0.65	0.1	93.49	6.07685	0.65	0.3	93.49	18.23055	0.45	0.3	93.49	12.62115
0.65	0.90	93.66	54.79	0.65	0.1	93.66	6.0879	0.65	0.3	93.66	18.2637	0.45	0.3	93.66	12.6441
0.65	0.90	92.88	54.33	0.65	0.1	92.88	6.0372	0.65	0.3	92.88	18.1116	0.45	0.3	92.88	12.5388
0.65	0.90	98.52	57.63	0.65	0.1	98.52	6.4038	0.65	0.3	98.52	19.2114	0.45	0.3	98.52	13.3002
0.65	0.90	93.29	54.57	0.65	0.1	93.29	6.06385	0.65	0.3	93.29	18.19155	0.45	0.3	93.29	12.59415
0.65	0.90	92.52	54.12	0.65	0.1	92.52	6.0138	0.65	0.3	92.52	18.0414	0.45	0.3	92.52	12.4902
0.65	0.90	93.81	54.88	0.65	0.1	93.81	6.09765	0.65	0.3	93.81	18.29295	0.45	0.3	93.81	12.66435
0.65	0.90	104.70	61.25	0.65	0.1	104.70	6.8055	0.65	0.3	104.70	20.4165	0.45	0.3	104.70	14.1345
0.65	0.90	93.37	54.62	0.65	0.1	93.37	6.06905	0.65	0.3	93.37	18.20715	0.45	0.3	93.37	12.60495

0.65	0.90	99.65	58.30	0.65	0.1	99.65	6.47725	0.65	0.3	99.65	19.43175	0.45	0.3	99.65	13.45275
0.65	0.90	93.44	54.66	0.65	0.1	93.44	6.0736	0.65	0.3	93.44	18.2208	0.45	0.3	93.44	12.6144
0.65	0.90	93.64	54.78	0.65	0.1	93.64	6.0866	0.65	0.3	93.64	18.2598	0.45	0.3	93.64	12.6414
0.9	1.08	95.86	93.18	0.9	0.1	95.86	8.6274	0.9	0.3	95.86	25.8822	0.52	0.3	95.86	14.95416
0.65	0.90	97.08	56.79	0.65	0.1	97.08	6.3102	0.65	0.3	97.08	18.9306	0.45	0.3	97.08	13.1058
0.65	0.90	98.07	57.37	0.65	0.1	98.07	6.37455	0.65	0.3	98.07	19.12365	0.45	0.3	98.07	13.23945
0.65	0.90	96.16	56.25	0.65	0.1	96.16	6.2504	0.65	0.3	96.16	18.7512	0.45	0.3	96.16	12.9816
0.65	0.90	92.96	54.38	0.65	0.1	92.96	6.0424	0.65	0.3	92.96	18.1272	0.45	0.3	92.96	12.5496
0.65	0.90	95.11	55.64	0.65	0.1	95.11	6.18215	0.65	0.3	95.11	18.54645	0.45	0.3	95.11	12.83985
0.65	0.90	103.81	60.73	0.65	0.1	103.81	6.74765	0.65	0.3	103.81	20.24295	0.45	0.3	103.81	14.01435
0.65	0.90	96.47	56.43	0.65	0.1	96.47	6.27055	0.65	0.3	96.47	18.81165	0.45	0.3	96.47	13.02345
0.65	0.90	100.02	58.51	0.65	0.1	100.02	6.5013	0.65	0.3	100.02	19.5039	0.45	0.3	100.02	13.5027
0.65	0.90	96.19	56.27	0.65	0.1	96.19	6.25235	0.65	0.3	96.19	18.75705	0.45	0.3	96.19	12.98565
0.65	0.90	93.37	54.62	0.65	0.1	93.37	6.06905	0.65	0.3	93.37	18.20715	0.45	0.3	93.37	12.60495
0.8	1.00	92.44	73.95	0.8	0.1	92.44	7.3952	0.8	0.3	92.44	22.1856	0.5	0.3	92.44	13.866
0.65	0.90	91.65	53.62	0.65	0.1	91.65	5.95725	0.65	0.3	91.65	17.87175	0.45	0.3	91.65	12.37275
0.65	0.90	97.64	57.12	0.65	0.1	97.64	6.3466	0.65	0.3	97.64	19.0398	0.45	0.3	97.64	13.1814
0.65	0.90	93.85	54.90	0.65	0.1	93.85	6.10025	0.65	0.3	93.85	18.30075	0.45	0.3	93.85	12.66975
0.65	0.90	93.64	54.78	0.65	0.1	93.64	6.0866	0.65	0.3	93.64	18.2598	0.45	0.3	93.64	12.6414
0.65	0.90	92.80	54.29	0.65	0.1	92.80	6.032	0.65	0.3	92.80	18.096	0.45	0.3	92.80	12.528
0.65	0.90	104.47	61.11	0.65	0.1	104.47	6.79055	0.65	0.3	104.47	20.37165	0.45	0.3	104.47	14.10345
0.65	0.90	93.47	54.68	0.65	0.1	93.47	6.07555	0.65	0.3	93.47	18.22665	0.45	0.3	93.47	12.61845
0.65	0.90	99.20	58.03	0.65	0.1	99.20	6.448	0.65	0.3	99.20	19.344	0.45	0.3	99.20	13.392
0.65	0.90	93.14	54.49	0.65	0.1	93.14	6.0541	0.65	0.3	93.14	18.1623	0.45	0.3	93.14	12.5739
0.65	0.90	93.02	54.42	0.65	0.1	93.02	6.0463	0.65	0.3	93.02	18.1389	0.45	0.3	93.02	12.5577
0.8	1.00	95.19	76.15	0.8	0.1	95.19	7.6152	0.8	0.3	95.19	22.8456	0.5	0.3	95.19	14.2785
0.65	0.90	96.13	56.24	0.65	0.1	96.13	6.24845	0.65	0.3	96.13	18.74535	0.45	0.3	96.13	12.97755
0.65	0.90	97.93	57.29	0.65	0.1	97.93	6.36545	0.65	0.3	97.93	19.09635	0.45	0.3	97.93	13.22055

0.65	0.90	94.96	55.55	0.65	0.1	94.96	6.1724	0.65	0.3	94.96	18.5172	0.45	0.3	94.96	12.8196
0.65	0.90	93.73	54.83	0.65	0.1	93.73	6.09245	0.65	0.3	93.73	18.27735	0.45	0.3	93.73	12.65355
0.65	0.90	95.60	55.93	0.65	0.1	95.60	6.214	0.65	0.3	95.60	18.642	0.45	0.3	95.60	12.906
0.65	0.90	104.35	61.04	0.65	0.1	104.35	6.78275	0.65	0.3	104.35	20.34825	0.45	0.3	104.35	14.08725
0.65	0.90	95.21	55.70	0.65	0.1	95.21	6.18865	0.65	0.3	95.21	18.56595	0.45	0.3	95.21	12.85335
0.65	0.90	99.62	58.28	0.65	0.1	99.62	6.4753	0.65	0.3	99.62	19.4259	0.45	0.3	99.62	13.4487
0.65	0.90	95.26	55.73	0.65	0.1	95.26	6.1919	0.65	0.3	95.26	18.5757	0.45	0.3	95.26	12.8601
0.65	0.90	92.50	54.11	0.65	0.1	92.50	6.0125	0.65	0.3	92.50	18.0375	0.45	0.3	92.50	12.4875
0.9	1.08	97.71	94.97	0.9	0.1	97.71	8.7939	0.9	0.3	97.71	26.3817	0.52	0.3	97.71	15.24276
0.65	0.90	96.38	56.38	0.65	0.1	96.38	6.2647	0.65	0.3	96.38	18.7941	0.45	0.3	96.38	13.0113
0.65	0.90	98.06	57.37	0.65	0.1	98.06	6.3739	0.65	0.3	98.06	19.1217	0.45	0.3	98.06	13.2381
0.65	0.90	96.80	56.63	0.65	0.1	96.80	6.292	0.65	0.3	96.80	18.876	0.45	0.3	96.80	13.068
0.65	0.90	93.20	54.52	0.65	0.1	93.20	6.058	0.65	0.3	93.20	18.174	0.45	0.3	93.20	12.582
0.65	0.90	96.00	56.16	0.65	0.1	96.00	6.24	0.65	0.3	96.00	18.72	0.45	0.3	96.00	12.96
0.65	0.90	104.89	61.36	0.65	0.1	104.89	6.81785	0.65	0.3	104.89	20.45355	0.45	0.3	104.89	14.16015
0.65	0.90	96.67	56.55	0.65	0.1	96.67	6.28355	0.65	0.3	96.67	18.85065	0.45	0.3	96.67	13.05045
0.65	0.90	99.76	58.36	0.65	0.1	99.76	6.4844	0.65	0.3	99.76	19.4532	0.45	0.3	99.76	13.4676
0.65	0.90	97.09	56.80	0.65	0.1	97.09	6.31085	0.65	0.3	97.09	18.93255	0.45	0.3	97.09	13.10715
0.65	0.90	92.90	54.35	0.65	0.1	92.90	6.0385	0.65	0.3	92.90	18.1155	0.45	0.3	92.90	12.5415
0.9	1.08	96.11	93.42	0.9	0.1	96.11	8.6499	0.9	0.3	96.11	25.9497	0.52	0.3	96.11	14.99316
0.65	0.90	95.97	56.14	0.65	0.1	95.97	6.23805	0.65	0.3	95.97	18.71415	0.45	0.3	95.97	12.95595
0.65	0.90	97.93	57.29	0.65	0.1	97.93	6.36545	0.65	0.3	97.93	19.09635	0.45	0.3	97.93	13.22055
0.65	0.90	96.30	56.34	0.65	0.1	96.30	6.2595	0.65	0.3	96.30	18.7785	0.45	0.3	96.30	13.0005
0.65	0.90	93.44	54.66	0.65	0.1	93.44	6.0736	0.65	0.3	93.44	18.2208	0.45	0.3	93.44	12.6144
0.65	0.90	97.33	56.94	0.65	0.1	97.33	6.32645	0.65	0.3	97.33	18.97935	0.45	0.3	97.33	13.13955
0.65	0.90	104.30	61.02	0.65	0.1	104.30	6.7795	0.65	0.3	104.30	20.3385	0.45	0.3	104.30	14.0805
0.65	0.90	96.22	56.29	0.65	0.1	96.22	6.2543	0.65	0.3	96.22	18.7629	0.45	0.3	96.22	12.9897
0.65	0.90	100.11	58.56	0.65	0.1	100.11	6.50715	0.65	0.3	100.11	19.52145	0.45	0.3	100.11	13.51485

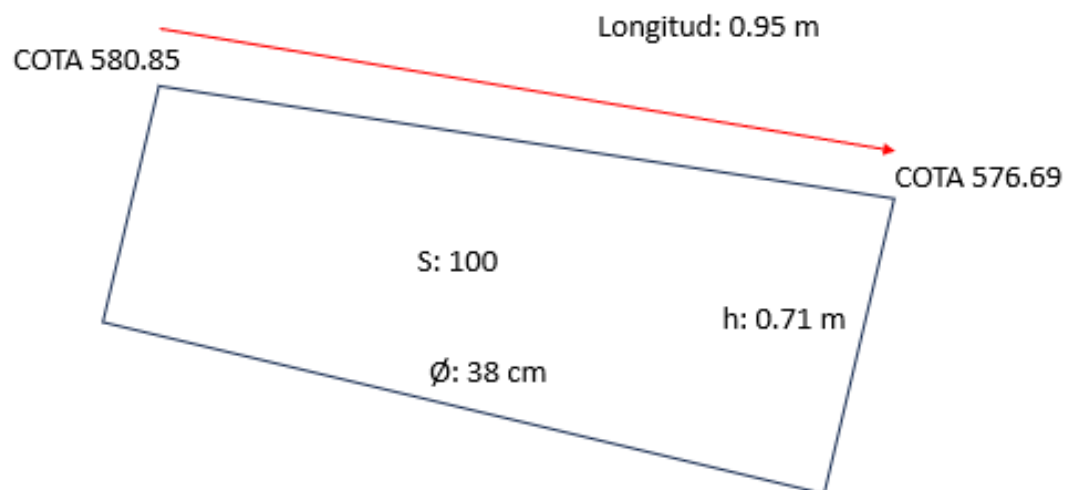
0.65	0.90	96.40	56.39	0.65	0.1	96.40	6.266	0.65	0.3	96.40	18.798	0.45	0.3	96.40	13.014
0.65	0.90	92.10	53.88	0.65	0.1	92.10	5.9865	0.65	0.3	92.10	17.9595	0.45	0.3	92.10	12.4335
0.9	1.08	94.70	92.05	0.9	0.1	94.70	8.523	0.9	0.3	94.70	25.569	0.52	0.3	94.70	14.7732
0.65	0.90	95.05	55.60	0.65	0.1	95.05	6.17825	0.65	0.3	95.05	18.53475	0.45	0.3	95.05	12.83175
0.65	0.90	97.59	57.09	0.65	0.1	97.59	6.34335	0.65	0.3	97.59	19.03005	0.45	0.3	97.59	13.17465
0.65	0.90	94.59	55.34	0.65	0.1	94.59	6.14835	0.65	0.3	94.59	18.44505	0.45	0.3	94.59	12.76965
0.65	0.90	93.22	54.53	0.65	0.1	93.22	6.0593	0.65	0.3	93.22	18.1779	0.45	0.3	93.22	12.5847
0.65	0.90	94.52	55.29	0.65	0.1	94.52	6.1438	0.65	0.3	94.52	18.4314	0.45	0.3	94.52	12.7602
0.65	0.90	104.79	61.30	0.65	0.1	104.79	6.81135	0.65	0.3	104.79	20.43405	0.45	0.3	104.79	14.14665
0.65	0.90	94.29	55.16	0.65	0.1	94.29	6.12885	0.65	0.3	94.29	18.38655	0.45	0.3	94.29	12.72915
0.65	0.90	99.88	58.43	0.65	0.1	99.88	6.4922	0.65	0.3	99.88	19.4766	0.45	0.3	99.88	13.4838
0.65	0.90	94.71	55.41	0.65	0.1	94.71	6.15615	0.65	0.3	94.71	18.46845	0.45	0.3	94.71	12.78585
0.65	0.90	92.07	53.86	0.65	0.1	92.07	5.98455	0.65	0.3	92.07	17.95365	0.45	0.3	92.07	12.42945
1	1.15	97.81	112.48	1	0.1	97.81	9.781	1	0.3	97.81	29.343	0.55	0.3	97.81	16.13865
0.65	0.90	100.96	59.06	0.65	0.1	100.96	6.5624	0.65	0.3	100.96	19.6872	0.45	0.3	100.96	13.6296
0.65	0.90	97.01	56.75	0.65	0.1	97.01	6.30565	0.65	0.3	97.01	18.91695	0.45	0.3	97.01	13.09635
0.65	0.90	100.18	58.61	0.65	0.1	100.18	6.5117	0.65	0.3	100.18	19.5351	0.45	0.3	100.18	13.5243
0.65	0.90	92.94	54.37	0.65	0.1	92.94	6.0411	0.65	0.3	92.94	18.1233	0.45	0.3	92.94	12.5469
0.65	0.90	101.72	59.51	0.65	0.1	101.72	6.6118	0.65	0.3	101.72	19.8354	0.45	0.3	101.72	13.7322
0.65	0.90	105.59	61.77	0.65	0.1	105.59	6.86335	0.65	0.3	105.59	20.59005	0.45	0.3	105.59	14.25465
0.65	0.90	101.85	59.58	0.65	0.1	101.85	6.62025	0.65	0.3	101.85	19.86075	0.45	0.3	101.85	13.74975
0.65	0.90	99.64	58.29	0.65	0.1	99.64	6.4766	0.65	0.3	99.64	19.4298	0.45	0.3	99.64	13.4514
0.65	0.90	100.03	58.52	0.65	0.1	100.03	6.50195	0.65	0.3	100.03	19.50585	0.45	0.3	100.03	13.50405
0.65	0.90	92.90	54.35	0.65	0.1	92.90	6.0385	0.65	0.3	92.90	18.1155	0.45	0.3	92.90	12.5415
1.75	1.60	125.00	350.00	1.75	0.1	125.00	21.875	1.75	0.3	125.00	65.625	0.85	0.3	125.00	31.875
		TOTAL	6463.95			TOTAL	689.899			TOTAL	2069.697			TOTAL	1400.217

Finalmente se toman los datos de las pendientes y las longitudes de cada tramo de la línea de alcantarillado y en función de estas se obtienen las cotas de nivel de arrastre hidráulico, mismas que se vaciaron en planos de proyecto final.



Tramo 28

-Se obtiene la cota de la plantilla final-



Se propone una Prof. De plantilla de 1.20 más 0.38 de tubo es igual a 1.58 m

Cota de la plantilla final: $576.69 - 1.58 = 575.11$

Cota de la plantilla inicial: $575.11 + (0.95 \times 0.1) = 575.205$

CONCLUSIÓN

Se caracterizó el área de estudio, obteniendo información directa y realista para el diseño de la red de alcantarillado propuesta en este trabajo. La red de alcantarillado sanitario se diseñó para cubrir el 100% de la población del área de estudio. El sistema de alcantarillado sanitario se realizó con criterios de las normativas internacionales y nacionales.

Se elaboraron los planos constructivos de la red de alcantarillado dimensionado de acuerdo con los resultados obtenidos en el diseño de la propuesta del alcantarillado de la población de la colonia El Parral del municipio de Villa Corzo en el estado de Chiapas.

Para garantizar la calidad del diseño se debe ejecutar la construcción de la red tal como está contemplado en los planos y especificaciones técnicas, ya que fueron estipuladas especialmente para esta investigación.

Se debe respetar el periodo de diseño del proyecto, debido a que los caudales se encuentran estimados en base a la dotación por habitante, por lo que después, habría que realizar una evaluación tanto física como hidráulica de la red, de acuerdo con el crecimiento de la población.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS

Alcantarillado

- Desarrollar y aplicar técnicas para la realización y ejecución de proyectos de las estructuras que componen un sistema de alcantarillado sanitario y pluvial.
- Desarrollar y aplicar técnicas constructivas de sistemas de alcantarillado.
- Desarrollar habilidades para operar y dar mantenimiento a las obras de alcantarillado.
- Desarrollar la habilidad de resolver problemas, empleando sus habilidades intelectuales, evaluando las estrategias para aportar las soluciones adecuadas.

Topografía

- Conoce los fundamentos básicos de la geometría plana y la trigonometría.
- Aplica software de dibujo asistido por computadora.

Abastecimiento de agua

- Conocer las propiedades y características del agua como un fluido.
- Aplicar las ecuaciones de continuidad, energía y cantidad de movimiento en el diseño de líneas y redes de tuberías y equipos de bombeo.
- Utilizar hojas de cálculo y operar bases de datos.

Dibujo en Ingeniería Civil

- Maneja los conocimientos básicos en el uso de computadoras.
- Maneja conocimientos básicos de representación de figuras geométricas.
- Maneja conocimientos básicos en el uso de escuadras y compás.
- Comprende la importancia del trabajo en equipo y liderazgo efectivo.

BIBLIOGRAFÍA

Gobierno del Estado de Chiapas A través del Instituto Estatal del Agua y la Secretaría de Salud. (S.F.). PLAN DE SEGURIDAD DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA CABECERA MUNICIPAL DE VILLA CORZO, CHIAPAS, MÉXICO. 2022, de Comisión Nacional del Agua Sitio web: <https://www.institutodelagua.chiapas.gob.mx/docs/psa/PSA-VILLACORZO.pdf>

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL. (2013). MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO. 2022, de UNIVERSIDAD VERACRUZANA Sitio web: <https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

Cuaderno Estadístico Municipal, Villa Corzo Estado de Chiapas: Edición 1995

https://books.google.com.mx/books?id=MwLaDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

(2022, 28 de julio). Sistema de alcantarillado sanitario. Tomado de:

<https://es.scribd.com/doc/23068566/Alcantarillado-Definicion-y-Clasificacion>

(2022, 01 de agosto). Diseño de alcantarillado sanitario:

<https://www.doccity.com/pt/disenio-alcantarillado/4839885/>

(2022, 01 de agosto). Diseño y métodos constructivos de sistemas de alcantarillado:

<https://civilgeeks.com/2012/09/07/disenio-y-metodos-constructivos-de-sistemas-de-alcantarillado-y-evacuacion-de-aguas-residuales/>

Lineamientos y recomendaciones para la revisión y supervisión de obra y proyectos para abastecimiento de agua potable y drenaje en edificaciones del Distrito Federal. Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica. México, 1992.

Manual de diseño da agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS). Tomo 12 Datos básicos. Comisión Nacional del Agua. Gerencia de Normas Técnicas. México.

Manual de diseño da agua potable, alcantarillado y saneamiento (MAPAS). Tomo 14 Proyectos Ejecutivos. Comisión Nacional del Agua. Gerencia de Normas Técnicas. México.

Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA). (Febrero, 2014). Lineamientos Técnicos para Factibilidades. <https://www.siapa.gob.mx>. Recuperado el 09 de Diciembre de 2023 de https://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_3._alcantarillado_sanitario.pdf.

G L O S A R I O

Agua potable: Agua que cumple con las características físicas de color, olor y sabor, así como de contenido de minerales y materia biológica, para consumo humano.

Aguas negras: Agua de desecho producida por el consumo humano.

Aguas residuales: Agua de desecho producto de las actividades industriales.

Altura de precipitación: Cantidad de agua producto de la lluvia, refiriéndose a la altura de la lámina de agua que se acumula en una superficie horizontal.

Aportación: Cantidad de agua, negra y residual, que se vierte a los sistemas de alcantarillado.

Alcantarilla: Conducto cubierto que cruza una corriente de agua, canal, camino, vía del ferrocarril u otro conducto.

Arrastre: Material sólido que transporta un río y que puede ser fondo o en suspensión.

Atarjea: Conjunto de tuberías que recolectan y transportan las aportaciones de las descargas de aguas negras domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores, interceptores o emisores.

Azolve: Sedimentación de sólidos en ríos, embalses y conductos, que produce una reducción de su capacidad hidráulica. Sólidos transportados por una corriente de agua.

Banco de nivel: Punto fijo con una cota definida que sirve como referencia topográfica.

Canal: Estructura abierta al aire libre, natural o artificial, que sirve para la conducción o desalojo del agua.

Canal de descarga: Cauce excavado o en postizo para conducir el agua hasta el punto de descarga. **Canal principal:** Canal que, alimentado por la fuente principal, domina toda el área de riego. Parte integrante de un vendedor con descarga lateral.

Capacidad de almacenamiento: En las presas, o embalses es la cantidad de agua que pueden contener entre las elevaciones correspondientes a los niveles mínimo y máximo de operación.

Cárcamo: Depósito excavado en el suelo para captar escurrimientos que después serán bombeados

Caída: Diferencia de nivel entre dos puntos de la rasante de un canal. Trayectoria curva del flujo o al principio de un tanque amortiguador. Desnivel brusco en un curso de agua. De tensión, en electricidad, diferencia de voltaje entre extremos de un línea o circuito.

Colector: Conducto cerrado que recibe las aguas negras de las atarjeas, puede terminar en un interceptor, en un emisor o en una planta de tratamiento.

Cota: Elevación sobre un plano horizontal de comparación.

Curva de nivel: Línea que une los puntos que tienen la misma cota o altura.

Descarga: Lugar o estructura por donde desemboca una corriente de agua. Estructura en la que se conecta la instalación hidráulica de una vivienda o nave industrial para conectarse con el sistema de recolección de la ciudad.

Dotación: En agua potable, es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios municipales, industriales y comerciales y las pérdidas físicas en el sistema, en un día medio anual.

Drenaje combinado: Red de alcantarillado por la que se desalojan simultáneamente las aguas negras y residuales y las pluviales.

Drenaje separado: Red de alcantarillado diseñado para desalojar exclusivamente las aguas negras y residuales o las aguas pluviales.

Emisor: Conducto cerrado que recibe y conduce a gravedad o a presión las aguas negras de los colectores o interceptores, el cual termina en las plantas de tratamiento.

Gasto: Volumen de agua que pasa por una sección en una unidad de tiempo.

Gasto de diseño: El que se prevé que circulará en condiciones críticas en un sistema, conducto o estructura, y con base en el cual se realiza el diseño de éste.

Gasto máximo diario: Cantidad de agua potable que se debe surtir el día de mayor consumo a lo largo del año.

Gasto máximo extraordinario: Para el drenaje, caudal de agua de desecho que considera aportaciones de agua que no forman parte de las descargas normales, como por ejemplo bajadas de aguas pluviales de las azoteas.

Gasto máximo horario: Cantidad de agua potable que se debe surtir a la hora de mayor consumo a lo largo del día de mayor consumo.

Gasto máximo instantáneo: Valor máximo del escurrimiento que se puede presentar en un momento dado en algún sistema, cauce o conducto.

Gasto medio diario: Cantidad de agua potable requerida para satisfacer las necesidades de una población en un día de consumo promedio.

Pozo de visita: Estructura de acceso a un conducto cerrado.

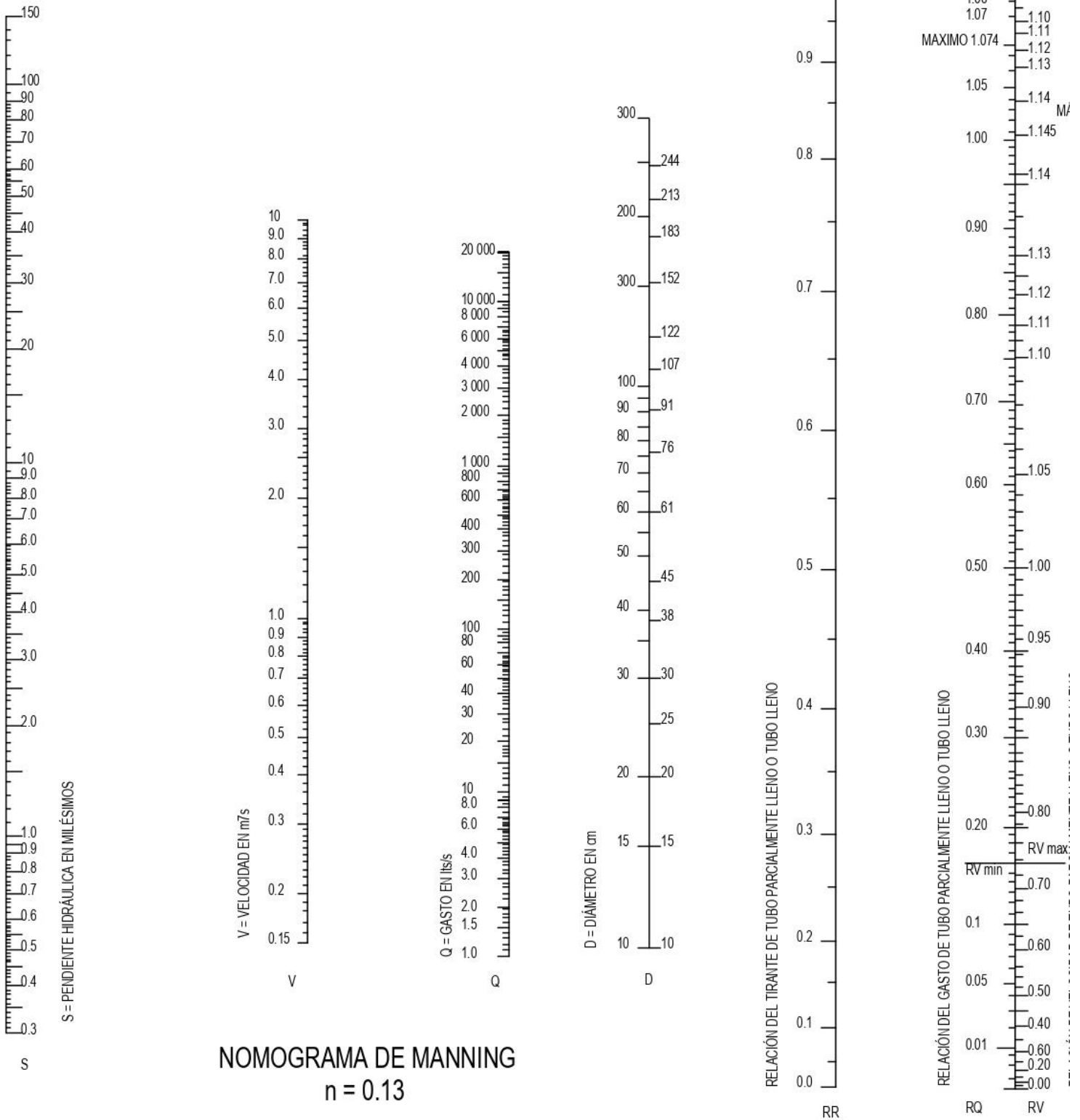
Población: Conjunto de los habitantes de un país, región o ciudad.

Tubería: Conducto fabricado de diferentes materiales, generalmente de sección circular; puede trabajar a presión o como canal.

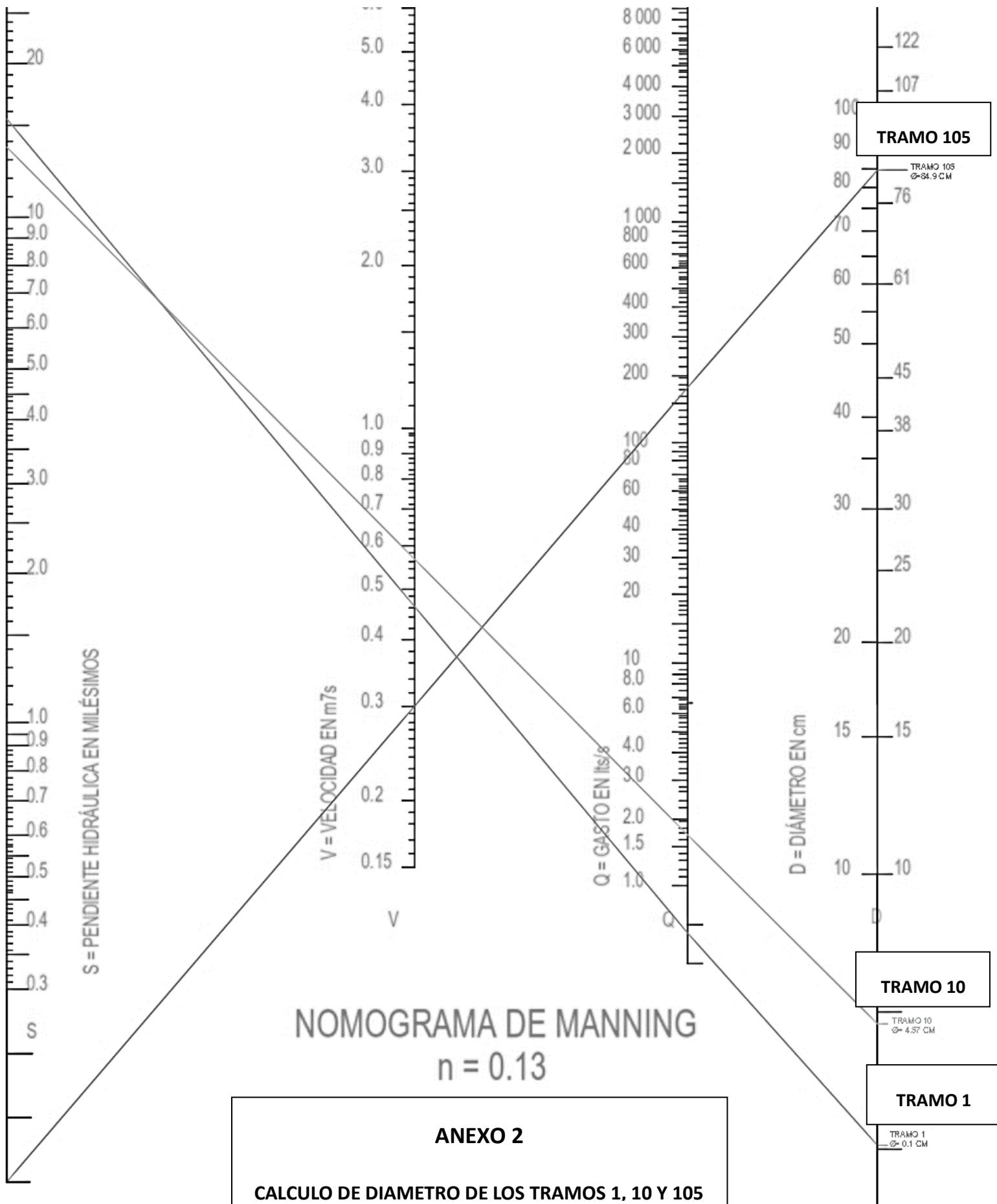
Tirante: Elemento estructural que trabaja a la tensión. Distancia vertical entre la plantilla de un canal o río y la superficie libre del agua.

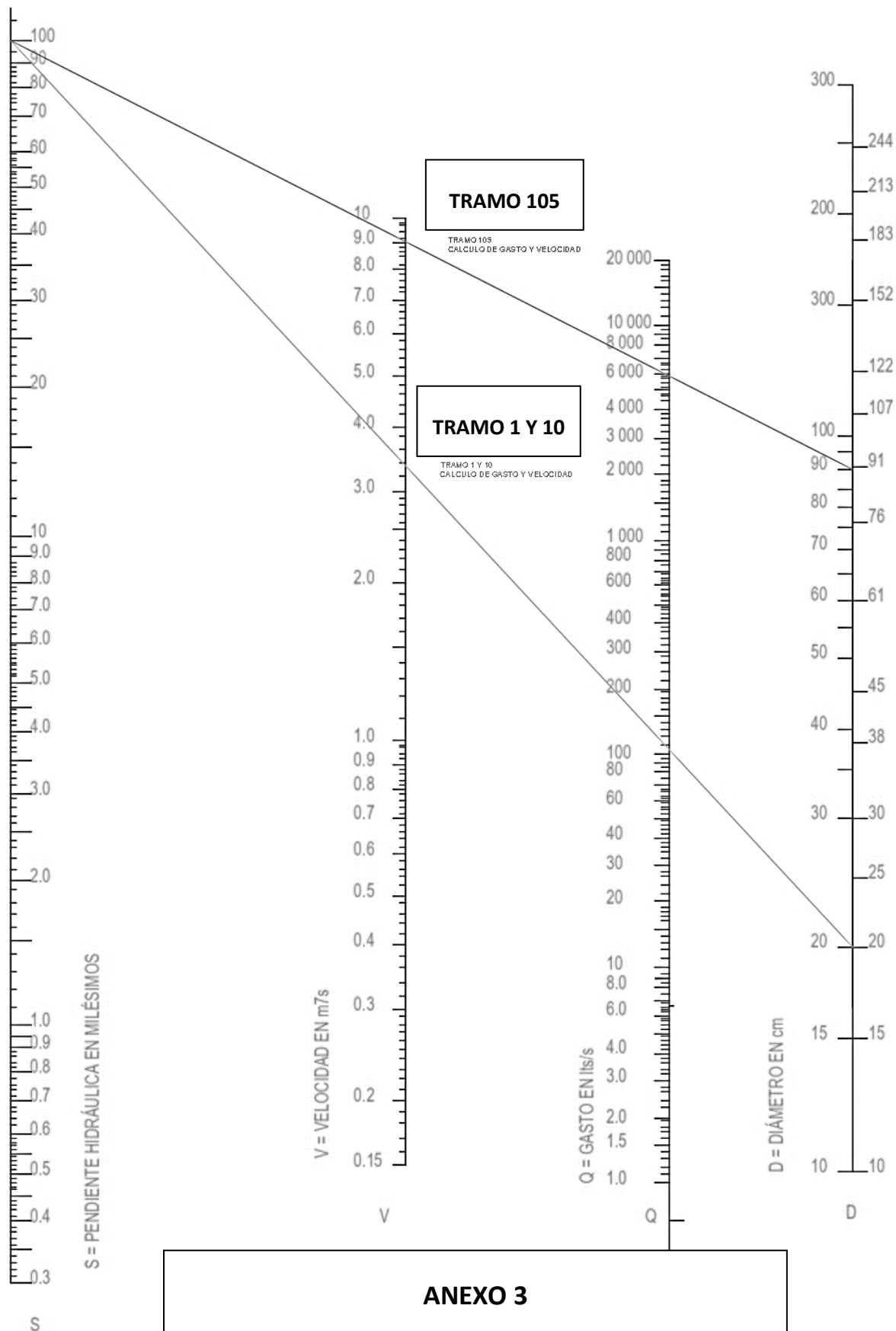
Trazo: Técnica topográfica consistente en seguir una ruta en forma de línea quebrada o de polígono.

ANEXOS



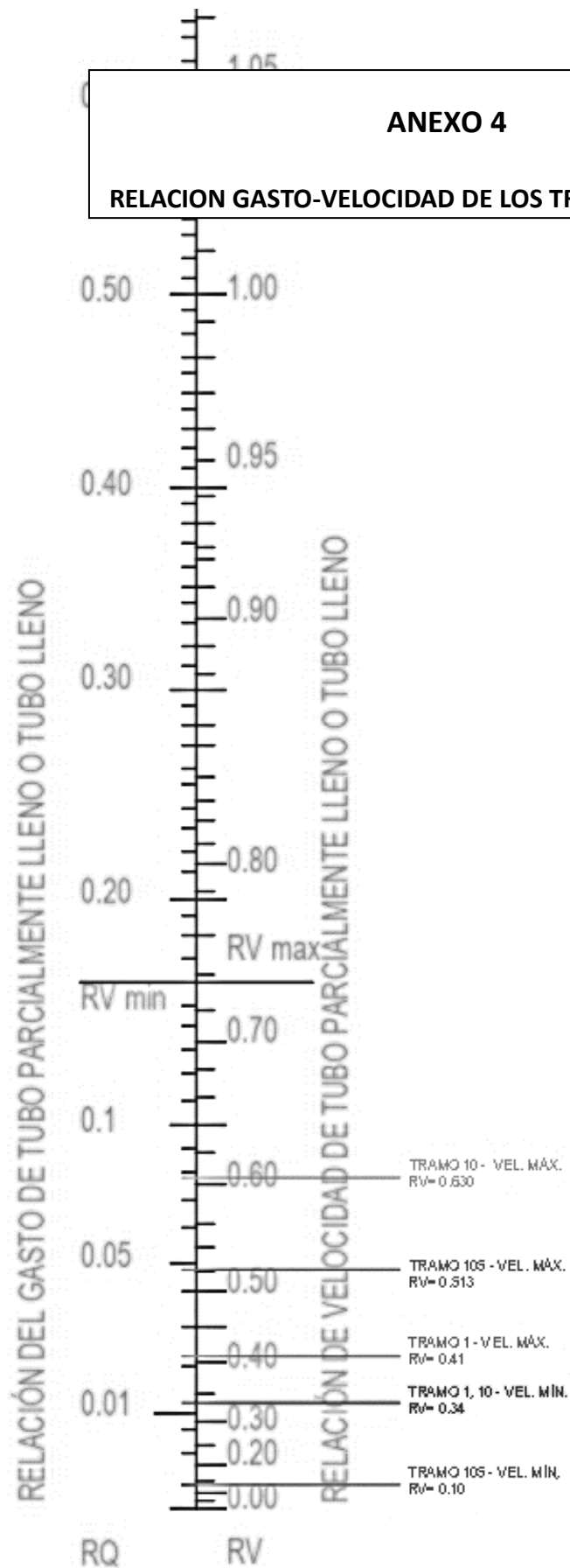
$$V = 1/n r^{2/3} s^{1/2}$$

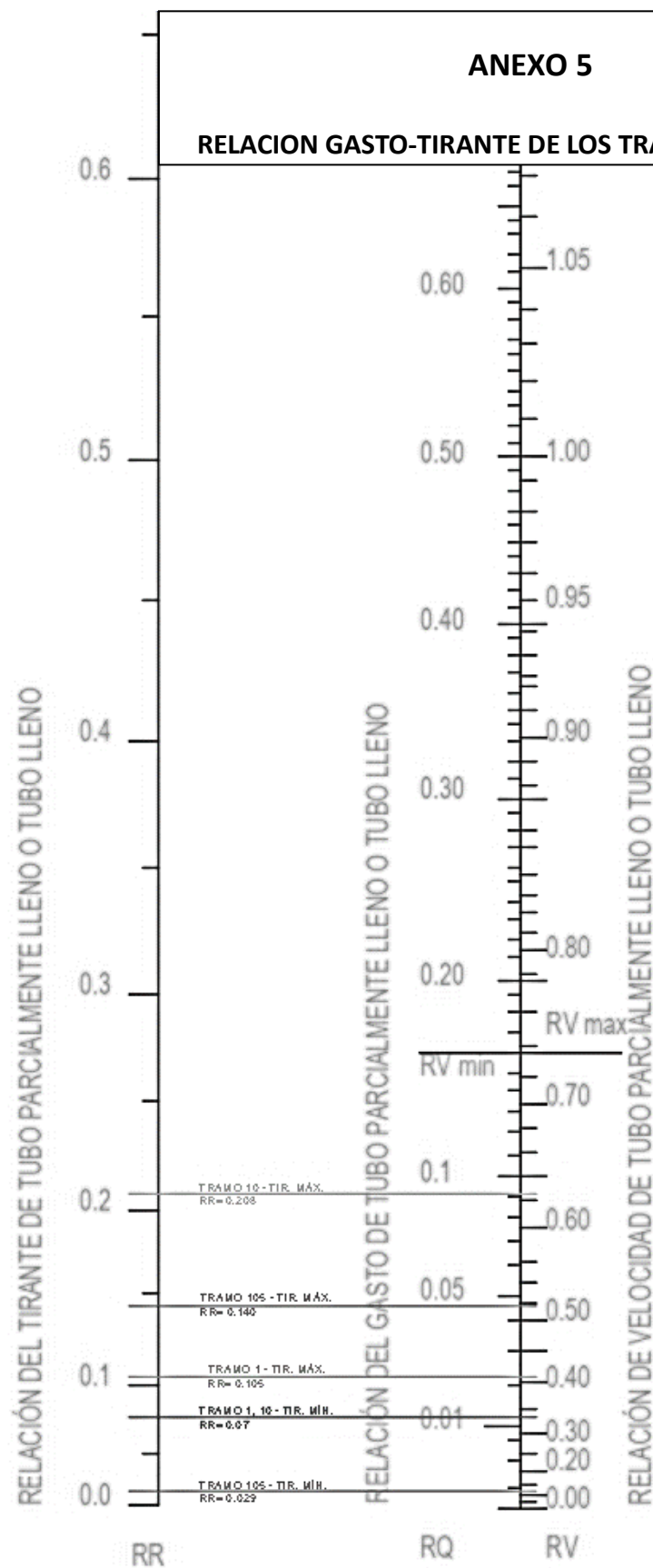




ANEXO 4

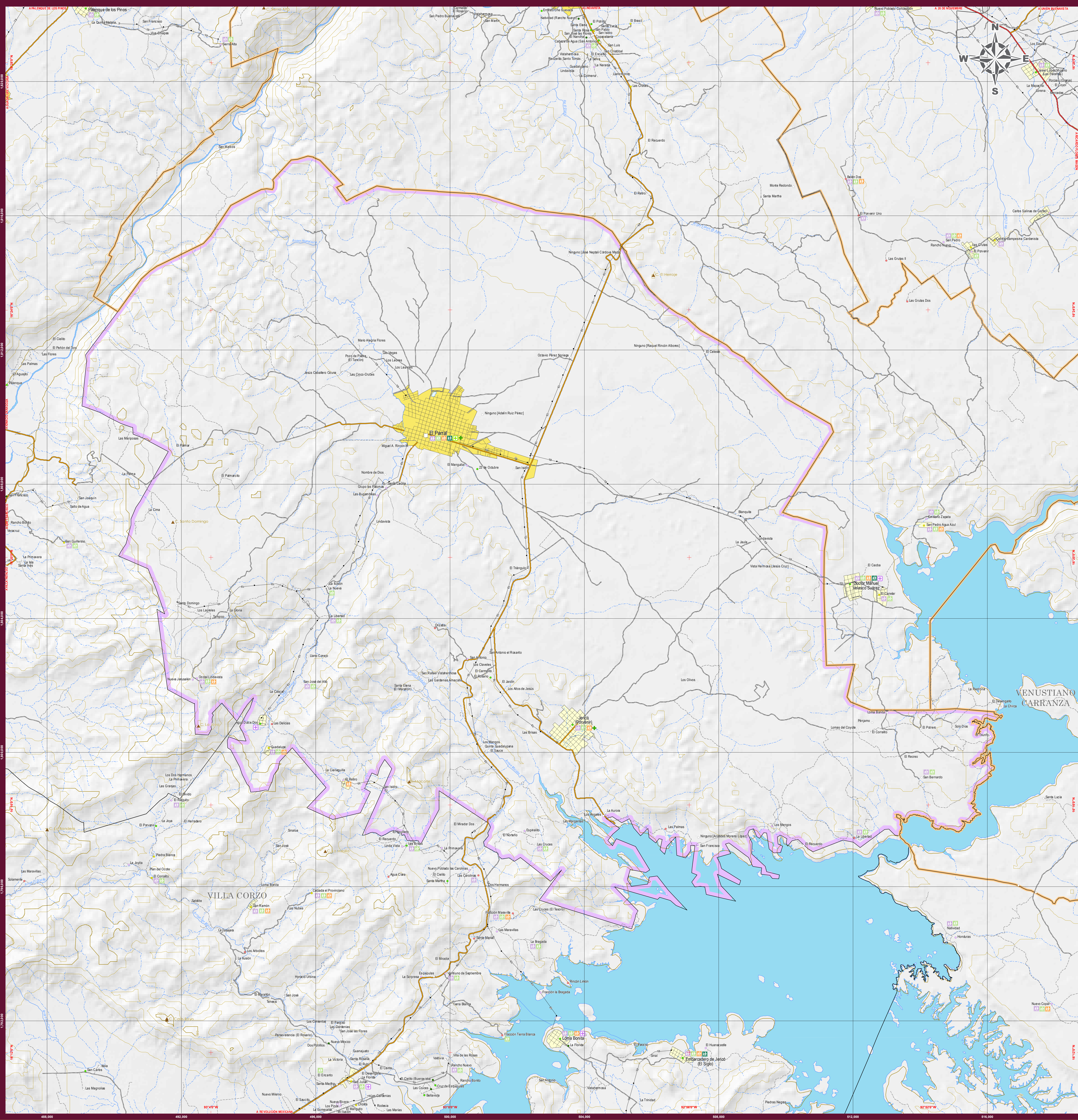
RELACION GASTO-VELOCIDAD DE LOS TRAMOS 1, 10 Y 105





EL PARRAL

MAPA MUNICIPAL



UBICACIÓN EN EL ESTADO



INDICADORES ESTRATÉGICOS

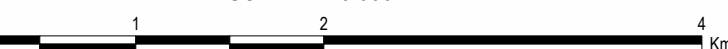
[illegible]

SIMBOLOGÍA

[illegible]

AUTORIDAD

PARÁMETROS CARTOGRAFICOS



ESCALA 1:400 000



SECRETARÍA DE HACIENDA

GOBIERNO DE CHILAS

PROTECCIÓN: SISTEMA TRANSVERSA DE MERCATOR, ZONA 12N

DATUM: UNIVERSAL GEOCÉSICO MONTEBELL 1984 (WGS84)

CUADRICULA: ACADA 4 000 METROS

ORIGENAL: ACADA 4 MINUTOS

FUENTES DE INFORMACIÓN

CARTOGRAFÍA BRUTA CONSULTO DE DATOS VECTORIALES DE LA CARTOGRAFOTOPOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA (ESCALAS 1:50 000 Y 1:200 000)

LOCALIDADES: REGIO CENTRO DE POBLACIÓN VIVIENDA 2020

LIMITES ESTADISTAS: GOBIERNO DEL ESTADO, CARTA GEOGRÁFICA DE CHILAS 1988

LIMITES MUNICIPALES: REGIO MARCO GEOESTADÍSTICO, ZONAS DE POBLACIÓN Y VIVIENDA 2020

PARÁMETROS: REGIO REGIO INFORMACIÓN DE CAMPOS 2020, ACTUALIZACIÓN COMPARTO EN COMUNICACIÓN INGENIEROS DE SATÉLITE (PROYECTO DANIELA PROYECTO LAERLENG)

INFRAESTRUCTURA GOBIERNO DEL ESTADO, SECRETARÍA DE EDUCACIÓN, SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN, PLANIFICACIÓN EDUCATIVA, CATALOGO DE CENTROS DE TRÁMADO 2020

INFRAESTRUCTURA SECRETARÍA DE SALUD, REGISTRO DE CLAVES UNICAS DE ESTABLECIMIENTOS EN EL PAIS DE SALUD, MARCO 2021

TURISMO: GOBIERNO DEL ESTADO, SECRETARÍA DE TURISMO

PROTECCIÓN CIVIL: GOBIERNO DEL ESTADO, SECRETARÍA DE PROTECCIÓN CIVIL

ÁREAS PROTEGIDAS: GOBIERNO DEL ESTADO, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE E HISTORIA NATURAL, CONVENIO NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

REZAGO SOCIAL: CONEVAL, INDECI Y GRADO DE REZAGO SOCIAL 2020

Subsecretaría de Planificación
Dirección de Información
Geográfica e Estadística
Departamento de Geografía

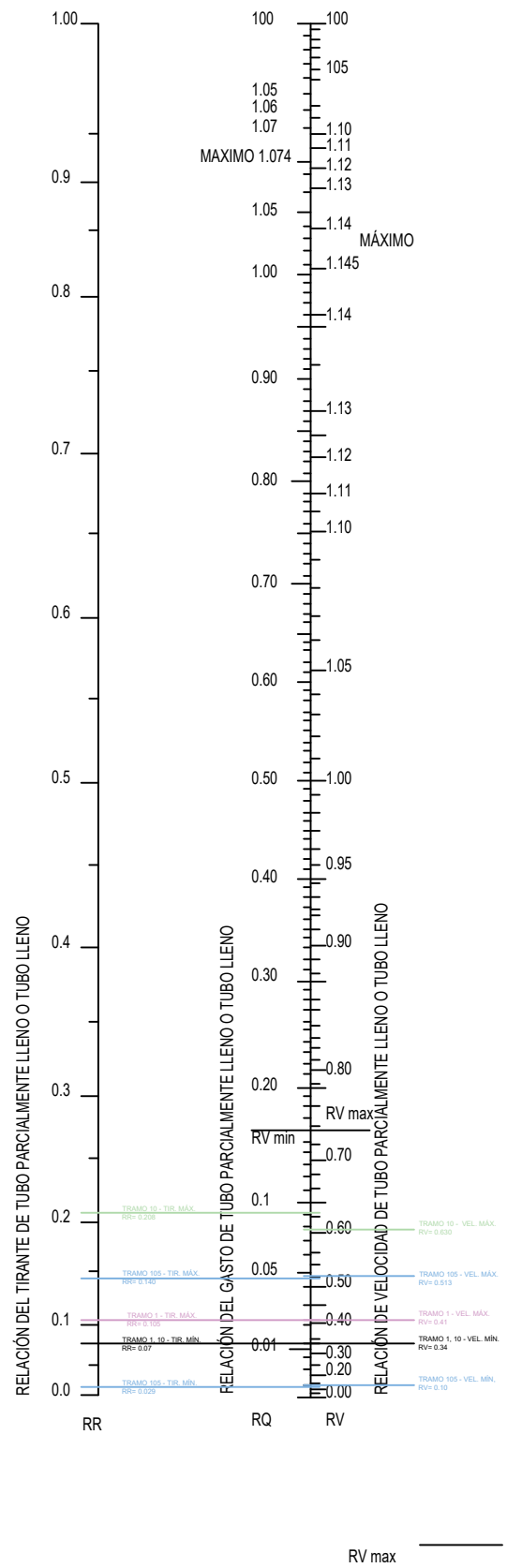
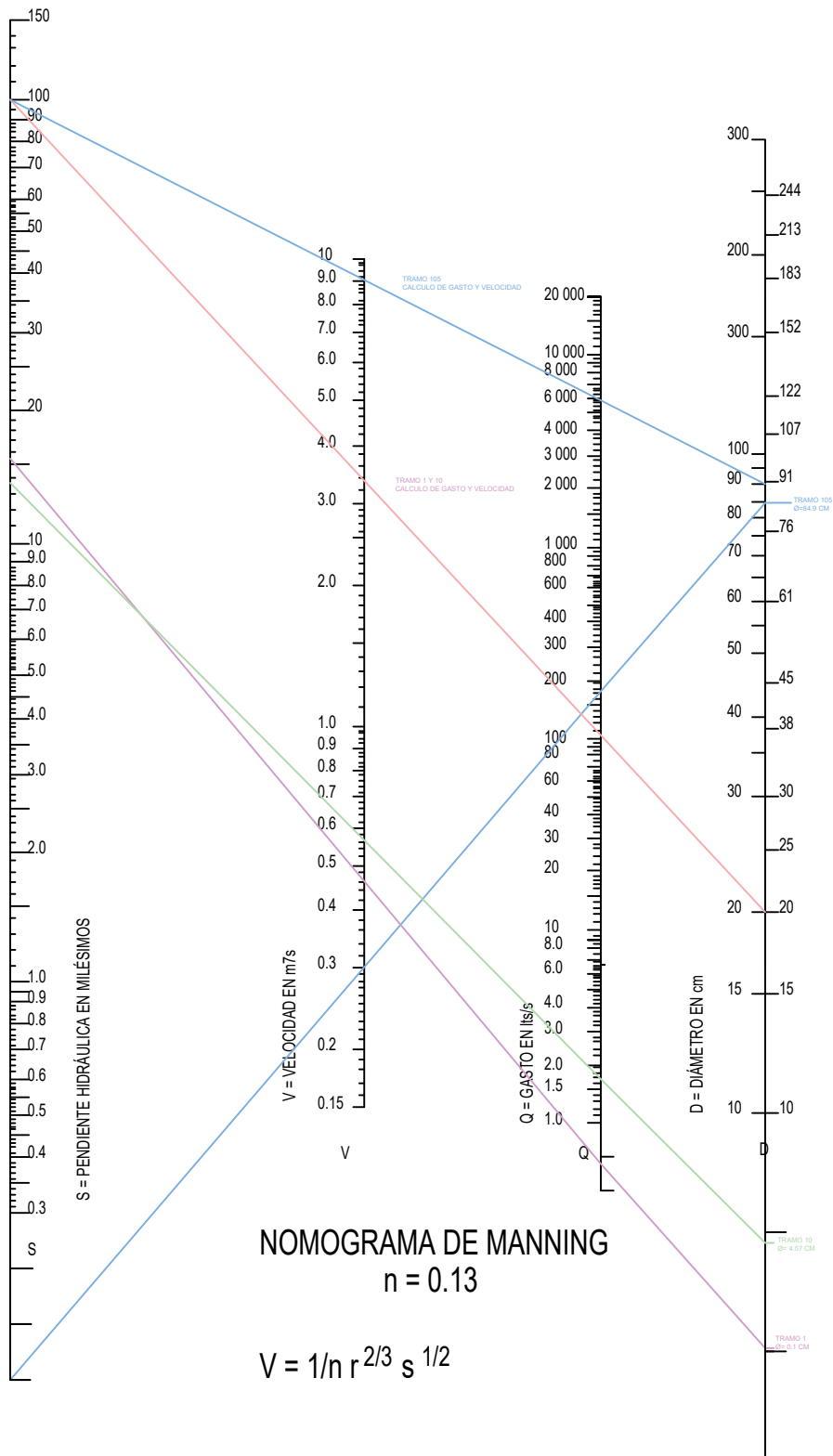
MAPAS MUNICIPALES DE CHILAS ACTUALIZACIÓN 2021

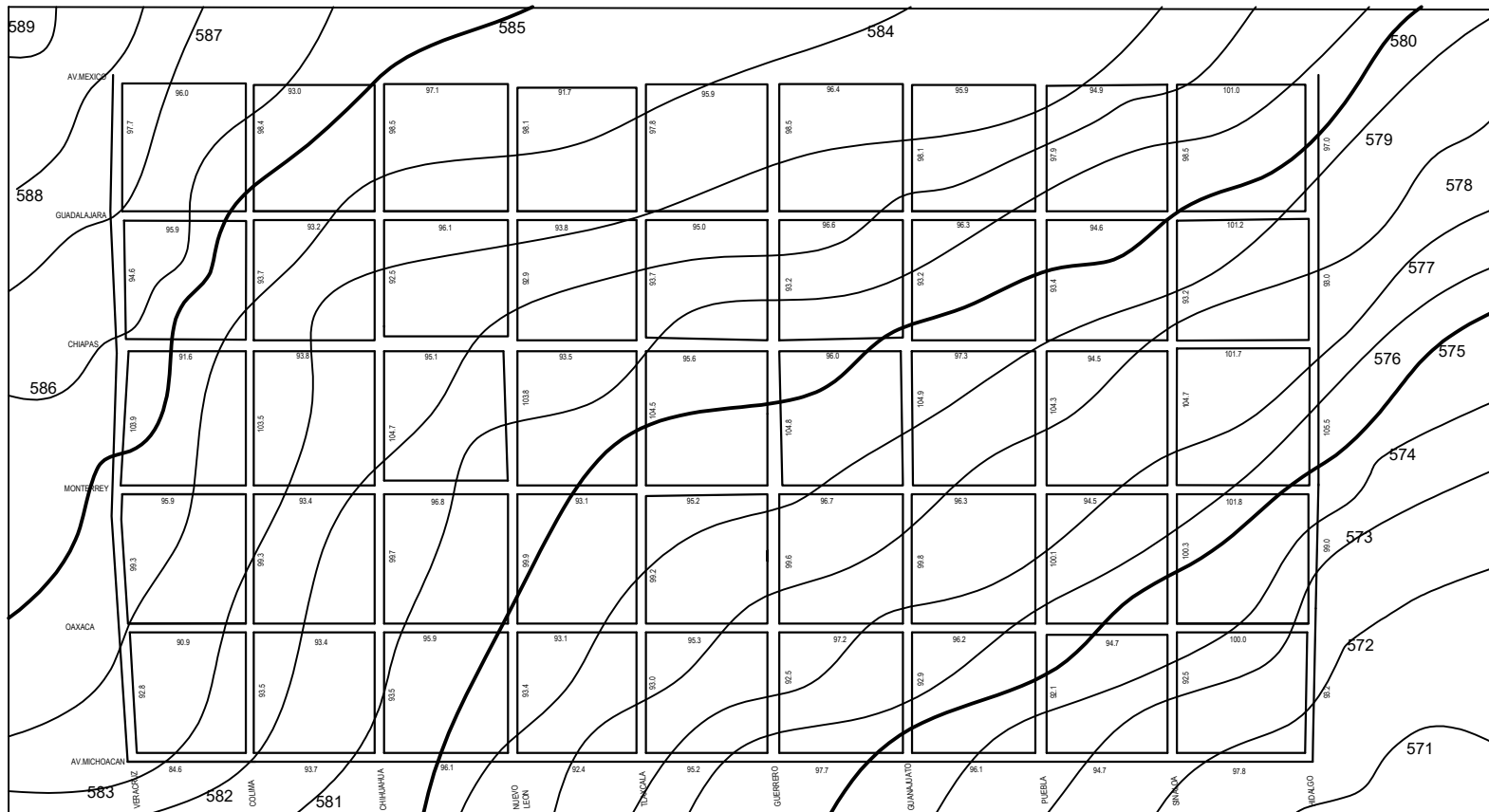


COMITE ESTATAL DE INFORMACIÓN
ESTADÍSTICA Y GEOGRÁFICA

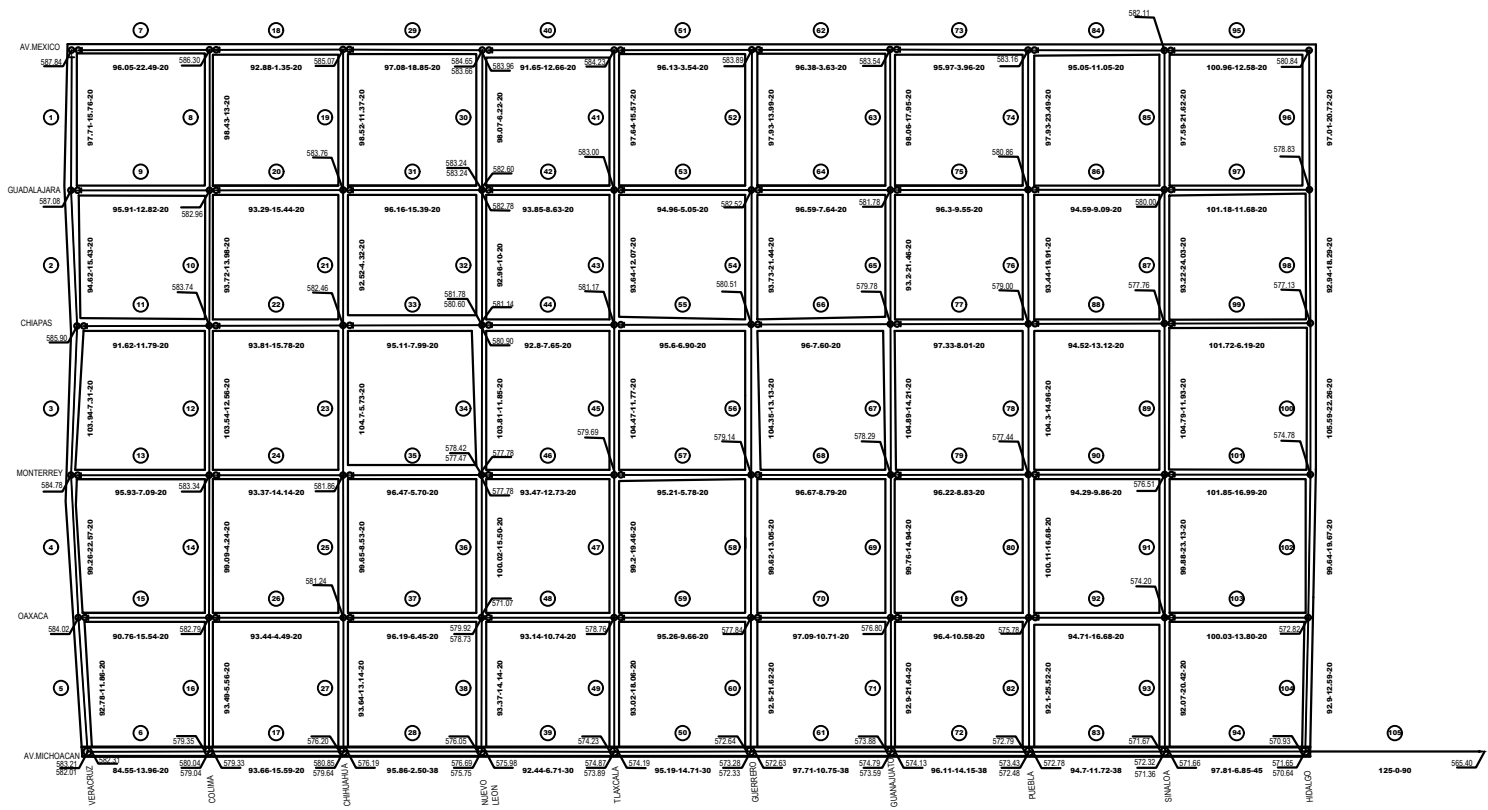
Agredemosos comunicar sus observaciones a:
E-MAIL: geo.muni@chileef.cl / TEL: (562) 2103308

Tuella Gámez, Chilpas
www.chileef.cl
geo@chileef.cl





CROQUIS DE LOCALIZACIÓN	
SIMBOLOGÍA	
580.84	ELEVACION DE TERRENO
100.9	LONGITUD
HIDALGO	NOMBRE DE CALLES
DATOS BASICOS DE PROYECTO	
NOTAS GENERALES	
	Tecnológico Nacional de México Tecnológico de Estudios Superiores de Coahuila
CURVAS DE NIVEL	
Sistema de Alcantarillado Sanitario en la localidad El Parral, Villa Corzo, Chihuahua	
Revisó: Ing. Arq. Enrique Pérez Jarama	
Escala: 1:2000	
Fecha: 1	



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

ELEVACION DE TERRENO

LONGITUD

PENDIENTE

DIAMETRO

POZO DE VISITA COMUN

NOMBRE DE CALLES

PROFUNDIDADES

NÚM. TRAMO

PROMEDIO DE PROFUNDIDADES

COLECTOR

EMISOR

MANZANAS

ATARJEJA

CABEZA DE ATARJEJA

DATOS BASICOS DE PROYECTO

NOTAS GENERALES

TOTAL DE POZOS DE VISITA: 105

Tecnológico Nacional de México

Tecnológico de Estudios Superiores de

Cuicatlan

RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Sistema de Alcantarillado Sanitario en la localidad El Parral,

Villa Corral, Chihuahua

Revisado:

Ing. Arq. Enrique Peres

Julian

Elaborado:

Luis Enrique Garcia

Julian

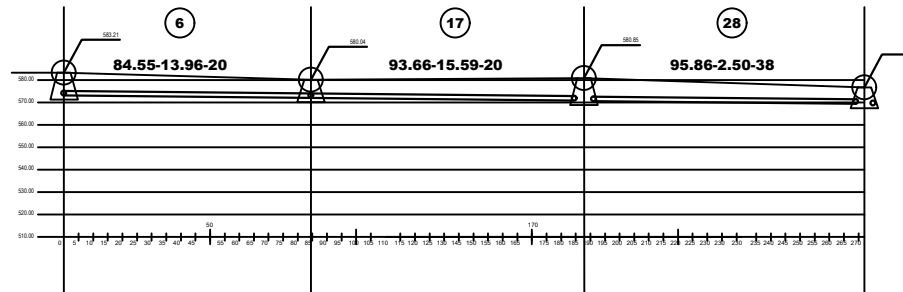
Fecha:

1/2020

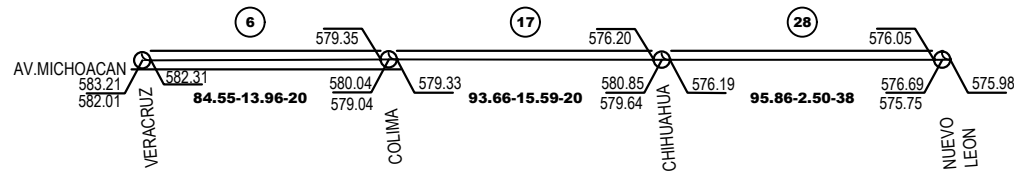
Proyecto:

1

ELEVACIONES EN METROS

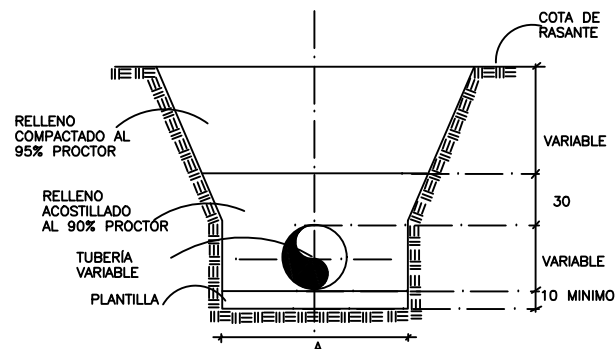


PERFIL ESCALA HORIZONTAL



PLANTA ESCALA

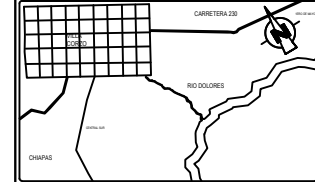
SECCIÓN CONSTRUCTIVA



ALCANT. SANITARIO:

- ❖ LA PLANTILLA DEBERA SER DE MATERIAL FINO APISONADO.
- ❖ EL RELLENO ACOSTILLADO DEBERA SER DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION O DE BANCO, LIBRE DE PIEDRAS, COMPACTADO AL 90% PROCTOR.
- ❖ EL RELLENO DEL RESTO DE LA ZANJA, DEBERA SER DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION COMPACTADO AL 95% PROCTOR.
- ❖ EN ZONAS RURALES SE PERMITE EL RELLENO A VOLTEO, A JUICIO DEL ORGANISMO OPERADOR, A PARTIR DE 30 CM SOBRE EL LOMO DEL TUBO.
- ❖ ACOTACIONES EN CMS.

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGÍA

- 580.84 ELEVACION DE TERRENO
- 100.9-16.20 LONGITUD
- TUBERÍA
- POZO DE VISITA
- NUM. TRAMO

DATOS BASICOS DE PROYECTO

NOTAS GENERALES



Tecnológico Nacional de México
Tecnológico de Estudios Superiores de
Coahuila

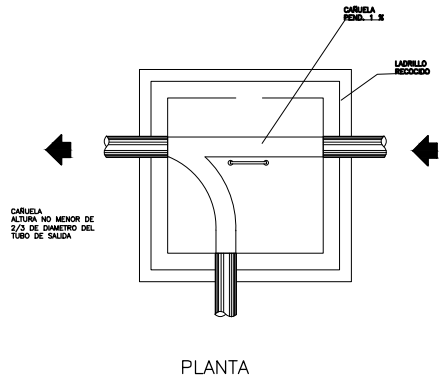
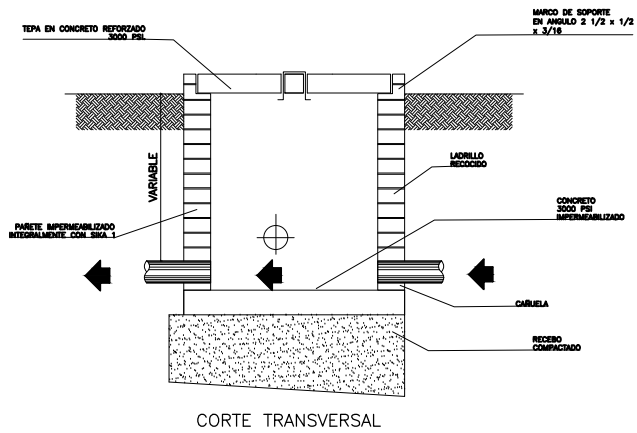
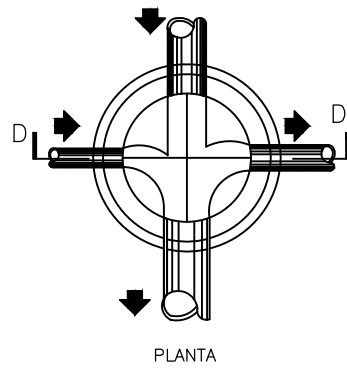
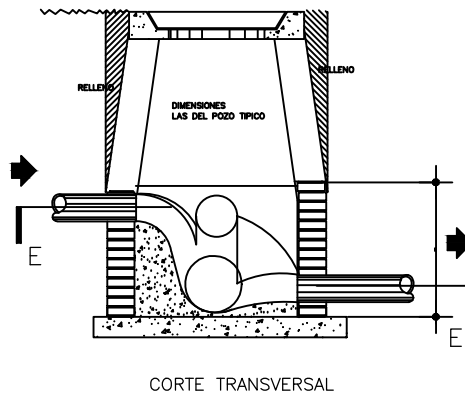
LÍNEA DE DESCARGA DE
ALCANTARILLADO SANITARIO

Sistema de Alcantarillado Sanitario en la localidad El Parral,
Vila Corzo, Chihuahua

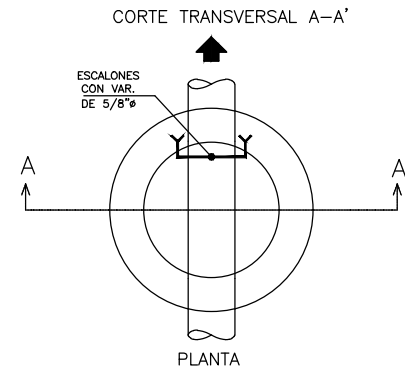
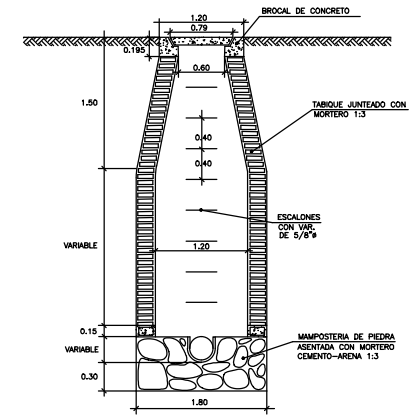
Revisó:
Ing. Arq. Enrique Peres
Juaréz

Elaboró:
López Vázquez Brenda Jarroldo

CAJA DE INSPECCI?N

**POZO DE VISITA CON 3 ENTRADAS**

POZO DE VISITA COMUN



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN



SIMBOLOGIA

DATOS BASICOS DE PROYECTO

NOTAS GENERALES



Tecnológico Nacional de México
Tecnológico de Estudios Superiores de
Coahuila

TIPOS POZOS DE VISITA

Sistema de Alcantarillado Sanitario en la localidad El Pinar,
Villa Coron. Chiriquí

REVISED:

Fig. 10. Enriquez Per
Juarez

1 2000