“UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ”

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN ASISTIDA:

“VERIFICACIÓN HIDRÁULICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LAS CALLES LUIS BECERRA, ELVIT VICTORIA Y JOSÉ CARLOS (BARRIO PRIMAVERA) MEDIANTE EL SOFTWARE CIVILCAD 2017, DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS, LORETO”

AUTORES:

BACH. GERMAN TORO, ELVIS
BACH. LUNA SANGAMA, ROBINSON

ASESOR:

ING. JUAN JOSE SEGUNDO FLORES FLORES

Requisito para optar el título profesional de Ingeniero Civil

TARAPOTO – PERÚ

2017

FACULTAD CIENCIAS E INGENIERÍA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TITULACIÓN

En la ciudad de Tarapoto, a las 10:00 horas del día viernes 05 de mayo del año 2017, se reunió el Jurado Examinador, que firma al final del presente documento, para evaluar la Sustentación de los bachilleres en Ingeniería Civil:

ELVIS GERMAN TORO

ROBINSON LUNA SANGAMA

En la modalidad de: **PROGRAMA DE TITULACIÓN TARAPOTO 2014-I**

"VERIFICACION HIDRÁULICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LAS CALLES LUIS BECERRA, ELVIT VICTORIA Y JOSÉ CARLOS (BARIO PRIMAVERA) MEIDANTE EL SOFTWARE CIVILCAD 2017, DISTRITO DE YURIMGAUAS, ALTO AMAZONAS, LORETO"

Después de las deliberaciones correspondientes, se procedió a evaluar:

Indicador	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Promedio
A) Dominio del Tema	14	14	14	14
B) Calidad de Redacción de la Tesis	14	14	14	14
C) Competencia Expositiva (Claridad conceptual, argumentación y coherencia)	14	14	14	14
D) Calidad de Respuestas	14	14	14	14
E) Uso de Terminología Especializada	14	14	14	14
Calificación Final:				14

Aprobado Por: MAYORIA

Calificación Final (en letras): CATORCE

Presidente: Ing. Caleb Ríos Vargas M.Sc.

Miembro: Ing. Lorenzo Manuel Sampén Ordoñez

Miembro: Ing. Daniel Rengifo Cárdenas

INDICADOR	PUNTAJE
Desaprobado	Menos de 13 puntos
Aprobado por Mayoría	De 14 a 15 puntos
Aprobado por Unanimidad	De 16 a 17 puntos
Aprobado por Excelencia	De 18 a más puntos

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de investigación a nuestros padres, que día a día nos brindan su apoyo incondicional en la etapa de nuestra superación profesional, y a todos los comprometidos en la formación para el desarrollo de la carrera profesional de Ingeniería Civil.

AGRADECIMIENTO

Especial agradecimiento a cada uno de nuestros docentes que con todas las ganas de aliento y esmero fueron nuestros guías para trazar nuestras metas y objetivos profesionales.

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día viernes 05 del mes de mayo del año 2017

Dando cumplimiento a las normas del reglamento de grados y títulos de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, de la Universidad Científica del Perú, presentamos el trabajo de Investigación Asistida denominada "Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario en las Calles Luis Becerra, Elvit Victoria y José Carlos (Barrio Primavera) Mediante el Software CivilCad 2017, Distrito de Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto"

Esperamos que el presente trabajo de investigación sea evaluado y merezca su aprobación.

Atentamente.

Elvis German Toro.

Robinson Luna Sangama.

Ing. DANIEL RENGIFO CARDENAS
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. MANUEL SAMPEN ORDOÑEZ
MIEMBRO DEL JURADO

Ing. CALEB RIOS VARGAS
PRESIDENTE DEL JURADO

INDICE

DEDICATORIA 2
AGRADECIMIENTO 3
APROBACIÓN 4
RESÚMEN 7
I. INTRODUCCIÓN 8
II. MARCO TEORICO REFERENCIAL 9
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO 9
2.2. BASES TEÓRICAS 9
2.2.1. DEFINICIONES 9
2.2.2. ALCANTARILLADO SANITARIO 12
2.2.3. TECNOLOGIAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO 12
2.2.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE LA RED DE ALCANTARILLADO 21
2.2.5. PARÁMETROS DE DISEÑO 27
2.2.6. DISEÑO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO 34
2.2.7. SOFTWARE CIVILCAD 2017 44
2.3. MARCO CONTEXTUAL 46
2.4. MARCO NORMATIVO 49
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 50
3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 50
3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 50
3.2.1. Problema General 50
3.2.2. Problemas Específicos 51
IV. OBJETIVOS 52
4.1. OBJETIVO GENERAL 52
4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 52
V. HIPÓTESIS 53
VI. VARIABLES 54
6.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES 54
6.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES 54
6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES 54
VII. MÉTODO 55
7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 55
7.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 55
7.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 55
7.3.1. Población 55

7.3.2. Muestra 55
7.4. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 55
7.4.1. Técnicas de Recolección de Datos 55
7.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos 55
7.4.3. Procedimiento de Recolección de Datos 56
7.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS 56
7.5.1. PROCESAMIENTO 56
7.5.1.1. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO 56
7.5.1.2. ESTUDIOS PREVIOS 57
7.5.1.3. CÁLCULOS PREVIOS AL MODELADO 60
7.5.1.4. INGRESO DE DATOS Y PROCESAMIENTO EN EL SOFTWARE CIVILCAD 64
7.5.2. ANÁLISIS DE DATOS 81
VIII. RESULTADOS 82
8.1. VERIFICACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO 82
IX. DISCUSIÓN 85
X. CONCLUSIONES 86
XI. RECOMENDACIONES 87
XII. BIBLIOGRAFIA 88
XIII. ANEXOS 89
13.1 PLANO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO 89
13.2 PLANO: PLANTA Y PERFIL DE LA RED DE ALCANTARILLADO 89
13.3 PLANO DE LA VERIFICACION HIDRAULICA 89
13.4 RESULTADOS DE LA VERIFICACION HIDRAULICA 89

RESÚMEN

En el presente Proyecto de Investigación Asistida se evalúan los resultados obtenidos de la Verificación Hidráulica de un Sistema de Alcantarillado Sanitario, tomando como área de estudio LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LAS CALLES LUIS BECERRA, ELVIT VICTORIA Y JOSÉ CARLOS (BARRIO PRIMAVERA) MEDIANTE EL SOFTWARE CIVILCAD 2017, DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS, LORETO", la Evaluación consiste en verificar las velocidades mínimas de 0.60m/s, velocidades máximas de 5m/s y tensiones tractivas mínimas de 1 Pa, en los distintos tramos de la red de alcantarillado; y también sus respectivas cotas tanto de la clave como de la batea para el caso de los buzones o pozos de inspección.

Para la realización del trabajo se usó el Software CivilCad 2017, tomando como datos iniciales que pide el programa de LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LAS CALLES LUIS BECERRA, ELVIT VICTORIA Y JOSÉ CARLOS (BARRIO PRIMAVERA), los cuales son: características topográficas del terreno (pendiente, cota de terreno, cota de batea), características de la tubería (diámetro, longitud, clase, etc), realizando el procesamiento y analizando los resultados.

PALABRAS CLAVE:

- COTA DE TERRENO
- COTA DE BATEA
- PENDIENTE
- VELOCIDAD MAXIMA
- VELOCIDAD MINIMA
- TENSIÓN TRACTIVA
- EFICIENCIA MAXIMA
- AGUA RESIDUALES
- COLECTOR
- EMISOR
- RECEPTOR
- CIVILCAD 2017

I. INTRODUCCIÓN

Una de las causas principales de las altas tasas de mortalidad y enfermedades de diversas índoles en la mayoría de los países en vía de desarrollo se debe al inadecuado manejo de las excretas y a la baja cobertura de las soluciones adoptadas. También debemos considerar como parte de este problema la poca participación que se ofrece a la comunidad en el desarrollo de proyectos involucrados a dar solución a estos problemas de saneamiento.

Por otro lado, es común la construcción de sistemas de alcantarillados convencionales que de alguna manera ofrecen una solución racional al manejo de las aguas residuales; sin embargo en muchos de ellos no se ha considerado el tema de verificaciones hidráulicas que posibiliten un buen funcionamiento de las redes que se van a ejecutar en diversos tipos de terrenos con topografía variable, técnicamente no imposible, socialmente conflictivo y en ciudades en vía de desarrollo resulta ser muy oneroso, ya que requiere de trabajos de mano calificada, un mayor tiempo de construcción, dificultoso traslado de materiales, un mantenimiento del sistema engorroso y además una mayor destrucción de los recursos naturales.

En este caso, este sistema podría considerarse como sistema diseñado con los más altos requerimientos de ingeniería en sitios que nunca serán usados en su eficiencia máxima.

A raíz de todo ello es que se inicia la búsqueda de nuevas alternativas para dar soluciones prácticas y es aquí donde es necesario la ayuda de software que ayuden en el cálculo y verificación de estos tipos de sistemas de saneamiento.

II. MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Como antecedentes a este trabajo de investigación podemos citar las siguientes Tesis realizada para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil:

Francesca L. María Jara Sagardia y Kildare D. Santos Mundaca[1] Bachilleres de la Universidad Privada Antenor Orrego – Facultad de Ingeniería, en su tesis concluye "Diseño de Abastecimiento de Agua Potable y el Diseño del Alcantarillado de las Localidades: El Calvario y Rincón de Pampa Grande del Distrito de Curgos – La Libertad"

Félix Rolando Doroteo Calderón[2] Bachiller de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) - Facultad de Ingeniería Civil, en su tesis concluye "Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano "Los Pollitos" – Ica, usando los programas Watercad y Sewercad".

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. DEFINICIONES

Sistema de alcantarillado: Conducto de servicio público cerrado, destinado a recolectar y transportar aguas residuales que fluyen por gravedad libremente bajo condiciones normales.

Sistema de alcantarillado sanitario simplificado (RAS): Sistema de alcantarillado sanitario destinado a transportar y recolectar aguas residuales, utilizando redes de escasa profundidad que parten de las instalaciones sanitarias del lote y que son diseñadas bajo el criterio de simplificación y minimización de materiales y criterios constructivos.

Sistema de alcantarillado sanitario condominial: Sistema de alcantarillado sanitario destinado a recolectar y transportar aguas residuales utilizando el ramal condominial como unidad básica de conexión.

[1] (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. UPAO , Trujillo 2014)
[2] (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. UPC, LIMA 2014)

Ramal condominial: Tubería que recolecta aguas residuales de un conjunto de edificaciones que descarga a la red pública en un punto.

Red pública: Conjunto de tuberías que reciben las aguas residuales de ramales condominiales o conexiones domiciliarias.

Aguas residuales: Desecho líquido constituido por aguas domésticas e industriales y aguas de infiltración.

Aguas domésticas: Desecho líquido resultante de los hábitos higiénicos del hombre en actividades domésticas.

Caudal por infiltración (Qi): Agua proveniente del subsuelo, indeseable para el sistema separado y que puede penetrar en las alcantarillas.

Cuenca de contribución: Conjunto de áreas contribuyentes, cuyas aguas residuales fluyen hacia un punto único de concentración.

Instalación sanitaria domiciliaria: Conjunto de tuberías de agua potable, alcantarillado, accesorios y artefactos que se encuentran dentro de los límites de la propiedad.

Conexión domiciliaria: Es el colector de propiedad particular que conduce el agua residual de una edificación hasta la red colectora.

Colector: Es una tubería que, funcionando como conducto libre, recibe la contribución de aguas residuales en cualquier punto a lo largo de su longitud.

Profundidad del colector: Diferencia de nivel, entre la superficie de la rasante de la vía y la solera del colector.

Altura de recubrimiento del colector: Diferencia de nivel, entre la superficie del terreno y la clave del colector.

Cámara de inspección o pozo de visita: Cámara visitable a través de una abertura existente en su parte superior, destinada a permitir la reunión de dos o más colectores. Además, tiene la finalidad de permitir la inspección y el mantenimiento de los colectores.

Red de alcantarillado sanitario: Conjunto de colectores secundarios, principales, interceptores, emisarios, cámaras de inspección, terminales de limpieza y tubos de inspección y limpieza.

Tramo de colector: Longitud de colector comprendida entre dos cámaras de inspección o tubos de inspección y limpieza sucesivos.

Área tributaria: Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado.

Coeficiente de retorno o aporte (C): Relación entre el volumen de agua residual que llega a las alcantarillas y el volumen de agua abastecida.

Coeficiente de punta: Es la relación entre el caudal medio y el caudal máximo horario. Usualmente determinado por fórmulas en las cuales interviene la población y las características de consumo de agua.

Caudales de aporte: Son caudales de contribución medio, máximo y mínimo (l/s). Deben ser considerados los coeficientes que intervienen en la determinación de estos caudales.

Caudal de diseño: Caudal máximo horario de contribución de aguas residuales, más los caudales adicionales por infiltración, se calcula para la etapa inicial y final de periodo de diseño.

2.2.2. ALCANTARILLADO SANITARIO[3]

La planeación del desarrollo de los asentamientos humanos lleva consigo el planeamiento de servicios básicos de acueductos, alcantarillados, disposición de basuras, aseo, teléfono, electrificación, etc.

Los sistemas para evacuar tanto las aguas residuales y las aguas lluvias son redes de colectores, conectado por pozos de inspección que se instalan en excavaciones a determinada profundidad en las vías públicas. Estas aguas están compuestas por contribución de las aguas de uso doméstico, industrial, comercial e institucional, lo cual hace que en su cuantificación se incluyan consideraciones pertinentes a los caudales de diseño del sistema de acueducto.

Los sistemas de alcantarillado no remediaban completamente los problemas ambientales y de salud asociados a una alta densidad de población, las corrientes contaminadas desembocaban generalmente en la superficie de aguas más cercanas, donde su descomposición originaba una gran fuente de bacterias, virus, parásitos, generando así una gran cantidad de enfermedades que creaban condiciones difíciles para los usuarios de aguas abajo.

Es posible tratar las aguas residuales hasta el punto que pueda desearse a fin de hacerlas adecuadas para cualquier propósito.

2.2.3. TECNOLOGIAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.2.3.1. ALCANTARILLADO CONVENCIONAL[4]

Los sistemas convencionales de alcantarillado son el método más popular para la recolección y conducción de las aguas residuales. Está constituido por redes colectoras que son construidas, generalmente, en la parte central de calles y avenidas e instaladas en pendiente, permitiendo que se establezca un flujo por gravedad desde las viviendas hasta la planta de tratamiento (véase figura 01).

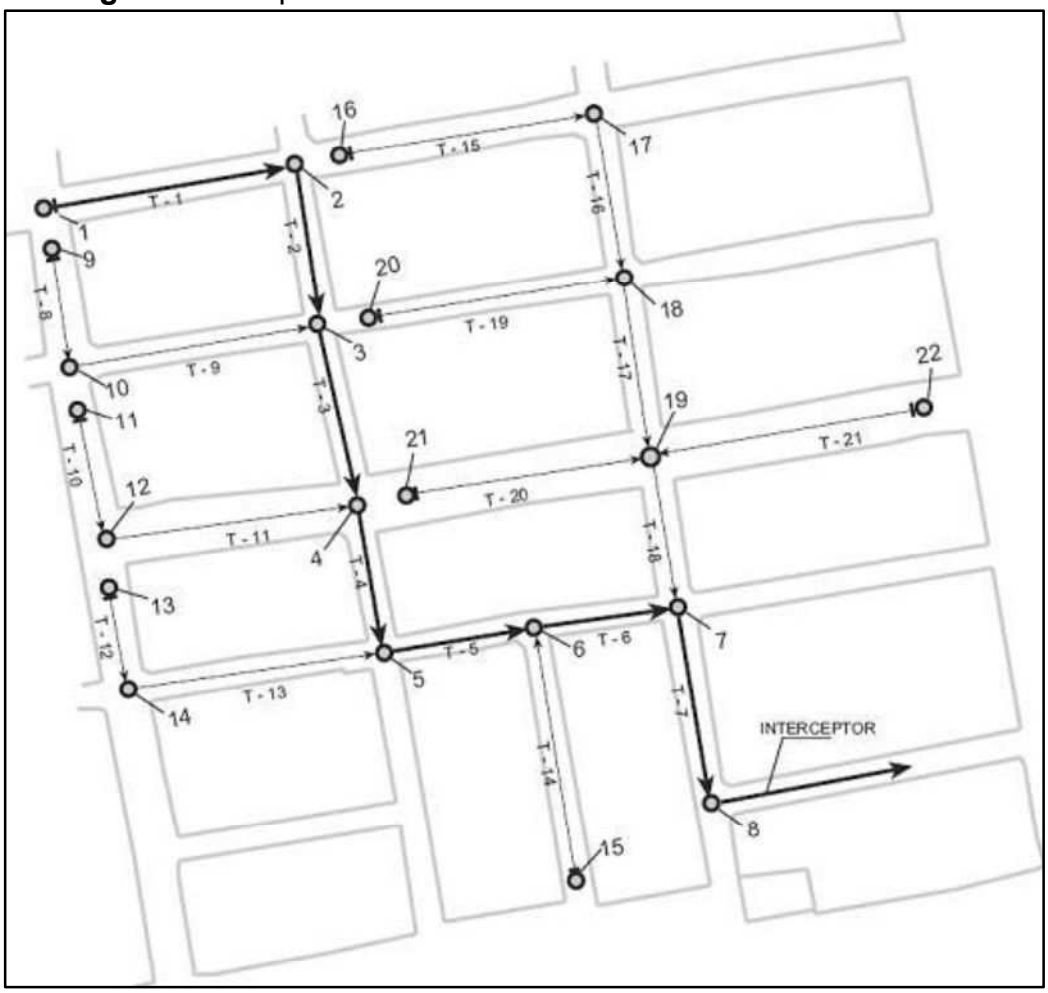
[3] (Abastecimiento de agua y alcantarillado. Vierendel, Lima 2009)
[4] (Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, LIMA 2005)

Otro componente de este sistema son las conexiones domiciliarias que se conecta con la red de desagüe de las viviendas, con la finalidad de transportar las aguas residuales desde ellas a las alcantarillas más cercanas.

El componente complementario más importante son los buzones de inspección, que se ubican principalmente en la intersección de colectores, en el comienzo de todo colector y en los tramos rectos de colectores a una distancia hasta de 250 m. La principal función de estas cámaras es la limpieza de los colectores para evitar su obstrucción.

Los colectores son generalmente de 200 mm o mayor, siendo excepcionales los de 150 mm., y son normalmente instalados a una profundidad mínima de 1 m.

Figura 01. Esquema de una red de alcantarillado convencional.



Las principales desventajas de la aplicación de este sistema en zonas rurales son:

- ✓ Los colectores son instalados a grandes profundidades, demandando excavaciones muy profundas que incrementa notablemente los costos de construcción.

- ✓ Es necesario utilizar cámaras de inspección profundas de costo de construcción elevado, que se incrementan por mayor excavación, mayor utilización de encofrados y/o empleo de bombeo para bajar el nivel freático.

- ✓ Las viviendas situadas a una cota inferior que la calle tendrán dificultades para descargar sus aguas residuales por gravedad.

- ✓ Los criterios de diseño son muy rígidos y exigentes, alguno de los cuales se mantienen en la actualidad aparentemente sin sustento técnico, incrementando los costos de construcción. Una revisión de las normas de diseño de redes convencionales de alcantarillado llevada a cabo en Brasil, encontró que estas eran muy similares (y en algunos casos aún más exigentes) a aquellas usadas por George Waring Jr. en su diseño de su primer sistema separativo en los Estados Unidos en 1880.

2.2.3.2. ALCANTARILLADO SIMPLIFICADO (RAS)[5]

Este sistema se originó en Brasil a fines de la década de los años 70, como una alternativa frente al sistema de alcantarillado convencional. Su desarrollo comienza después del reconocimiento que la causa principal del costo elevado del alcantarillado convencional eran las exigentes normas de diseño, y que estas normas estaban impidiendo la expansión de la cobertura del servicio de alcantarillado a comunidades urbanas de bajos ingresos. Esto motivó la revisión de las normas de diseño y el posterior surgimiento de criterios técnicos más apropiados con los cuales se redujeron los costos de construcción.

[5] (Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, LIMA 2005)

Las redes de alcantarillado simplificado (RAS) están formadas por un conjunto de tuberías y accesorios que tienen la finalidad de colectar y transportar los desagües, bajo condiciones técnicas y sanitarias adecuadas, y a un costo accesible a las poblaciones de bajos ingresos, que normalmente son las beneficiarias del sistema.

Las RAS, se diseñan bajo los mismos criterios hidráulicos que las redes convencionales, sólo se diferencian de ellas en la simplificación y minimización del uso de materiales y de los criterios constructivos. Las principales ventajas del alcantarillado simplificado son:

- ✓ Reducción de los costos de construcción, principalmente, a través de la minimización de la profundidad de las excavaciones para los colectores y el empleo de dispositivos simplificados de inspección.

- ✓ Los colectores no necesariamente son colocados en la calzada de calles o avenidas. Son proyectados por veredas o jardines, alejados de la zona de tráfico vehicular para protegerlos contra choques mecánicos. De esta manera se logra minimizar las excavaciones tanto en profundidad como en anchura. En algunos casos se proyectan redes dobles, en ambos lados de la calle.

- ✓ Los buzones costosos empleados en el alcantarillado convencional son reemplazados por elementos de inspección más simples y económicos, tales como, los dispositivos de inspección, los terminales de limpieza y las cajas de paso. Sólo en algunos casos, aún se conserva y es necesario la instalación de los buzones convencionales.

- ✓ Se reducen los diámetros mínimos y el recubrimiento de los colectores. El diámetro mínimo especificado es 150 mm, pero excepcionalmente se podrían emplear colectores con 100 mm de diámetro. La excavación mínima aceptable es de 0.65 m., si los colectores van tendidos sobre veredas y jardines.

- ✓ Con las RAS se introdujeron métodos más precisos para el cálculo y control de las condiciones de auto limpieza; los criterios antiguos de control de las velocidades, en base al total o la mitad de las secciones mojadas, fueron sustituidos por el concepto de fuerza de arrastre.

- ✓ Las pendientes de colectores en las redes simplificadas son menores que aquellas empleadas para tender las alcantarillas en el sistema convencional. Por ejemplo, una práctica común en sistemas convencionales es tender un colector de 150 mm con una pendiente de 1 en 150 (es decir, cerca de 0,007 m/m). En contraste, los más recientes esquemas construidos en Brasil (basados en el criterio de arrastre en lugar de velocidad mínima), usan colectores de 100 mm tendidos con pendientes de 1 en 213 (0,0045).

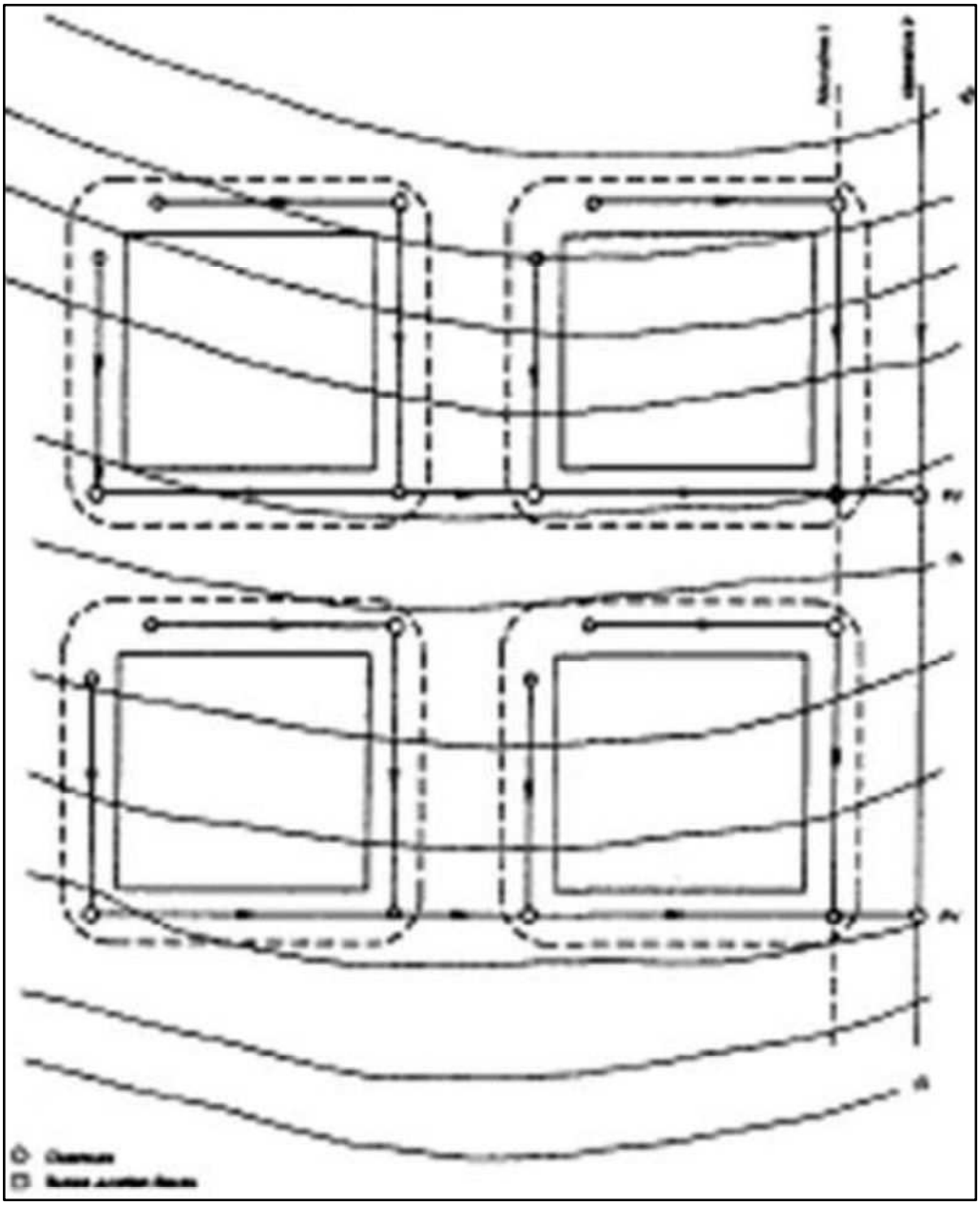
Este sistema funciona bien, mientras la proporción inicial de conexiones a la red sea elevada (a menudo superior al 90 por ciento; con el sistema convencional puede tardar muchos años para alcanzar este nivel de conexiones), y por tanto los flujos de aguas residuales resultantes sean correspondientemente altos. Los obstáculos son muy raros, incluso en los tramos iniciales de la red dónde el flujo es intermitente: los sólidos se mueven en una secuencia de deposición, transporte, deposición y transporte hasta que la alcantarilla haya colectado las aguas residuales de un área suficientemente extensa como para que el flujo deje de ser intermitente. Esta secuencia de deposición - transporte, funciona mejor en los colectores de diámetro pequeño que en los de gran tamaño.

Las aguas residuales recolectadas y transportadas por redes simplificadas deberán ser conectadas a una red de alcantarillado convencional, para su conducción hasta el punto de disposición final.

La aplicación de este sistema de alcantarillado se recomienda para poblaciones que tengan una densidad poblacional mayor a 150 hab/ha y un consumo de agua per cápita de por lo menos 60 l/hab/día.

Los costos de construcción del alcantarillado de redes simplificadas son 20% a 30% inferiores a los costos de un alcantarillado convencional.

Figura 02. Esquema de una red de alcantarillado simplificado.



2.2.3.3. ALCANTARILLADO CONDOMINIAL[6]

El sistema de alcantarillado condominial se origina en Brasil en la década de los años 80 como una alternativa de menor costo al sistema convencional. Las características básicas de este sistema son las siguientes:

[6] (Abastecimiento de agua y alcantarillado, Vierendel, Lima 2009)

- ✓ Los colectores frecuentemente son tendidos interiormente a las viviendas, partiendo de las instalaciones sanitarias del lote, siguiendo el recorrido más favorable de acuerdo a la pendiente del terreno y evitando excavaciones profundas. Las redes también podrán ser trazadas exteriormente a las viviendas, a través de jardines y veredas, como en el alcantarillado simplificado. De esta manera es posible obtener ahorros sustanciales en cuanto a la longitud, el diámetro y la profundidad de las tuberías empleadas.

- ✓ El trazado de las redes deberá hacerse siguiendo el criterio de servir a bloques urbanos vistos como una sola unidad, en lugar de servir a lotes de manera individual. Al conjunto de lotes que funcionan como unidad de servicio se le denomina "condominio" y se le define como el grupo de lotes (manzana) que es atendido por una misma red o tubería condominial (véase figura 3). Cada manzana es considerada como si fuera la proyección horizontal de un edificio. De esta manera, las redes condominiales dentro de una cuadra se construyen a lo largo de las propiedades privadas de sucesivas (lotes) con el permiso de los dueños.

- ✓ Este sistema es aplicable tanto a áreas planeadas como no planeadas (véase figura 3).

- ✓ Los elementos de inspección y mantenimiento de redes son sencillos y de bajo costo de construcción.

- ✓ Para adoptar el modelo condominial es importante e imprescindible integrar el trabajo social y la participación comunitaria con los aspectos técnicos de ingeniería y diseño. El diseño definitivo del sistema se elaborará luego de la participación de la comunidad beneficiaria. El diseño preliminar será solamente referencial con los elementos necesarios para la definición de los metrados principales y los correspondientes presupuestos para la contratación de las obras.

- ✓ El modelo condominial implica, por lo tanto, un enfoque global no sólo respecto del diseño de ingeniería y su puesta en funcionamiento, sino también desde el punto de vista de la participación comunitaria o intervención social en todas las fases del proceso, así como en la adquisición de conocimientos por los usuarios a través de la educación sanitaria y ambiental. Al involucrar al usuario en todo el proceso -planificación y diseño, construcción y mantenimiento de las redes- es posible lograr una reducción aun mayor de los costos.

Las aguas residuales recolectadas y transportadas por las redes condominiales serán descargadas a una red principal, la cual podrá ser diseñada bajo los criterios de una red convencional (véase figura 03).

Al igual que el sistema simplificado el alcantarillado condominial será apropiado para zonas de alta densidad poblacional y donde el consumo de agua sea por lo menos 60 l/hab/día.

Las ventajas del sistema condominial respecto al sistema convencional se puede resumir en lo siguiente:

En la construcción:

- Menor extensión de redes.
- Menores profundidades de cavado.
- Menores diámetros de tuberías.
- Menor cantidad de elementos de inspección.
- Reducción de pérdidas para el operador, dado que hay un mayor control por parte de las organizaciones condominiales.
- En consecuencia, menor costo de inversión.

En la operación y mantenimiento:

- Independencia entre ramales y redes.

- Sistema sectorizado por condominios.
- Mayor facilidad para operación y mantenimiento.
- Utilización de equipos más sencillos para operación y mantenimiento.
- En consecuencia, menores costos en operación y mantenimiento.

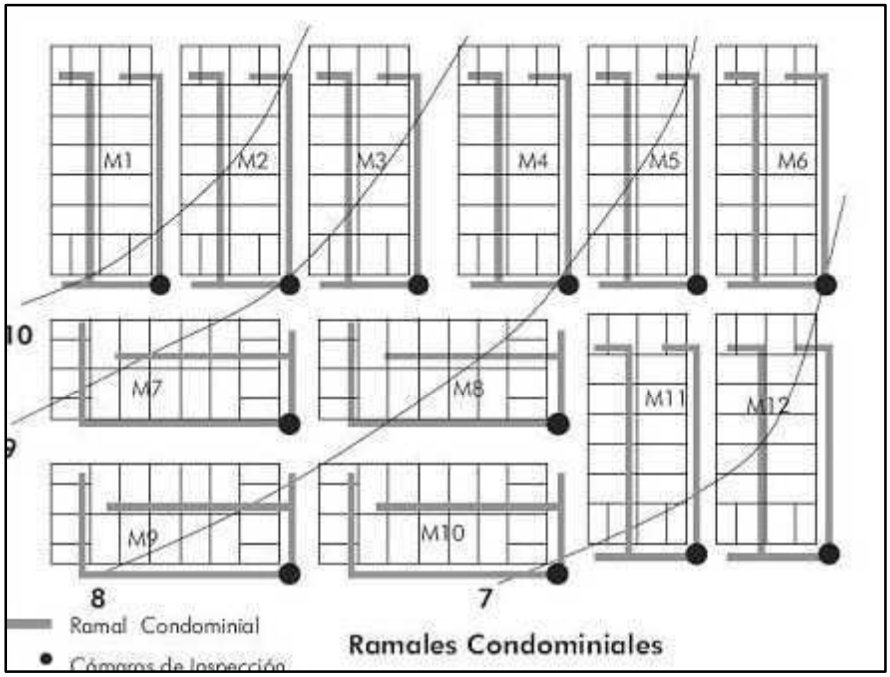
Adicionalmente, el componente social que caracteriza al sistema condominial, genera entre otras las siguientes ventajas:

- La participación de los usuarios en la construcción, operación y mantenimiento, permite menores costos de implantación y promueve una mejor utilización del sistema de alcantarillado.

- La solución técnica es el resultado de un proceso de decisión participativa de los usuarios, lo cual contribuye a una mayor apropiación por parte de éstos y consecuentemente, a su sostenibilidad.

- Los usuarios son los principales beneficiarios del ahorro que representa la implantación del sistema condominial.

Figura 03. Esquema de una red de alcantarillado condominial.



2.2.4. COMPONENTES DEL SISTEMA DE LA RED DE ALCANTARILLADO

2.2.4.1. CONEXIÓN DOMICILIARIA

La conexión domiciliaria deberá tener los siguientes componentes:

- El elemento de reunión constituido por una caja de registro cuyas dimensiones son especificadas en la tabla 01.

- El elemento de conducción conformado por una tubería con una pendiente mínima de 15 por mil (acometida)

- El elemento de empalme o empotramiento constituido por un accesorio de empalme que permita libre descarga sobre la clave del tubo colector.

- Se deberá ubicar a una distancia entre 1,20 a 2,00 m de la línea de propiedad, izquierda o derecha.

- El diámetro mínimo de la conexión será 100 mm.

Tabla 01. Dimensiones de cajas de registro

Dimensiones interiores (m)	Diámetro máximo (mm)	Profundidad máxima (m)
0,25 x 0,50	100	0,60
0,30 x 0,60	150	0,80
0,45 x 0,60	150	1,00
0,60 x 0,60	200	1,20

Fuente: (Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, LIMA 2005)

2.2.4.2. TUBERÍAS

1. Ubicación

Para efectuar el diseño del trazo definitivo de las tuberías, previamente se fijarán las secciones transversales de todas las calles del proyecto, con la ubicación acotada y a escala de todos los servicios públicos de electricidad, teléfonos, agua, desagüe, canales de regadío, etc., tanto existente como proyectado. A continuación, se describen los criterios más importantes para la ubicación de las tuberías:

- En las calles de 20 m de ancho o menos se proyectará una línea de alcantarillado de preferencia en el eje de la calle.

- En las calles o avenidas de más de 20 m. de ancho, se proyectarán dos líneas de alcantarillado, una a cada lado de la vía, salvo el caso de que se justifique la instalación de una sola línea.

- Si el ancho de la vereda lo permite y no hay interferencia con otros servicios públicos, la tubería de alcantarillado podrá ubicarse en ella, pero la distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo, deberá ser como mínimo 2,0 m.

- La distancia mínima a cables eléctricos, telefónicos u otras instalaciones, será de 1,0 m. medido entre planos verticales tangentes.

2. Profundidad mínima

Los colectores se proyectarán a una profundidad tal, que asegure satisfacer la más desfavorable de las siguientes condiciones:

- La profundidad requerida para prever el drenaje de todas las áreas vecinas.

- La profundidad necesaria para no interferir con otros servicios públicos existentes y/o proyectados, ubicados principalmente en las calles transversales a la línea del colector.

- Un recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del colector en relación con el nivel de la calzada; salvo vías peatonales en que el recubrimiento podrá ser menor.

- Asegurar el drenaje de todos los lotes que den frente a la calle en la que estará ubicado el colector, considerando que por lo menos las dos terceras (2/3) partes de cada lote, en profundidad, pueda descargar por gravedad, partiendo la instalación anterior con 0,30 m. por debajo del nivel del terreno y con una pendiente mínima de quince por mil (15‰)

En vías peatonales pueden reducirse la distancia entre las tuberías, y entre estas y los límites de propiedad, así como los recubrimientos, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

Se diseñe protección especial a las tuberías para evitar su fisuramiento o ruptura.

- Se utilicen tuberías de calidad que garantice que no se producirán filtraciones.

- Las vías peatonales diseñadas presenten elementos (bancas, jardines, etc.), que impidan el paso de vehículos.

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, la profundidad mínima de instalación de una tubería será definida por el recubrimiento mínimo y este no debe ser menor de 1.00 m sobre la clave de las tuberías en vías de tránsito vehicular y menor de 0.80 metros en vías de tránsito peatonal. De haber menores recubrimientos éstos deben ser justificados.

3. Profundidad máxima

La profundidad máxima será aquella que no ofrezca dificultades constructivas, de acuerdo al tipo de suelo.

2.2.4.3. CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Las cámaras de inspección serán ubicadas en la línea de alcantarillado para facilitar la limpieza y mantenimiento de las redes y evitar que se obstruyan debido a una acumulación excesiva de sedimentos.

1. Ubicación

Se proyectarán cámaras de inspección en los siguientes casos:

- En el inicio de todo colector.
- En todos los empalmes de los colectores.

- En los cambios de dirección.
- En los cambios de pendiente.
- En los cambios de diámetro, con un diseño tal que las tuberías coincidan en la clave cuando el cambio sea de menor a mayor diámetro, y en el fondo cuando el cambio sea de mayor a menor diámetro.
- En los cambios de material.
- En los puntos donde se diseñan caídas en los colectores.
- En todo lugar que sea necesario por razones de inspección y limpieza.
- En cada cámara de inspección se admite solamente una salida de colector.

2. Separación máxima

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, las distancias máximas entre cámaras o tubos de inspección (no visitables) estarán en función de la Tabla 02:

Tabla 02: Coeficiente de rugosidad según Manning

DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm)	DISTANCIA MÁXIMA (m)
100	60
150	60
200	80
250 a 300	100
Diámetros mayores	150

Fuente: Norma OS.070 RNE

Otro criterio que podría considerarse en los diseños, es el que considera la separación de las cámaras de inspección en función a la utilización de equipos y métodos de limpieza, sean estos manuales o mecanizados:

- Si se utiliza equipo manual como ser varillas flexibles y sus respectivos accesorios, la distancia entre cámaras podrá ser de 50 a 70 m.
- Si se utiliza equipo mecánico (Sewer Roder), la distancia entre cámaras puede llegar a 100 m. y avanzar aún hasta los 150 m.
- Si los diámetros de los colectores son visitables y permiten una limpieza directa por un operador, la distancia puede ampliarse a 150 ó 200 m.

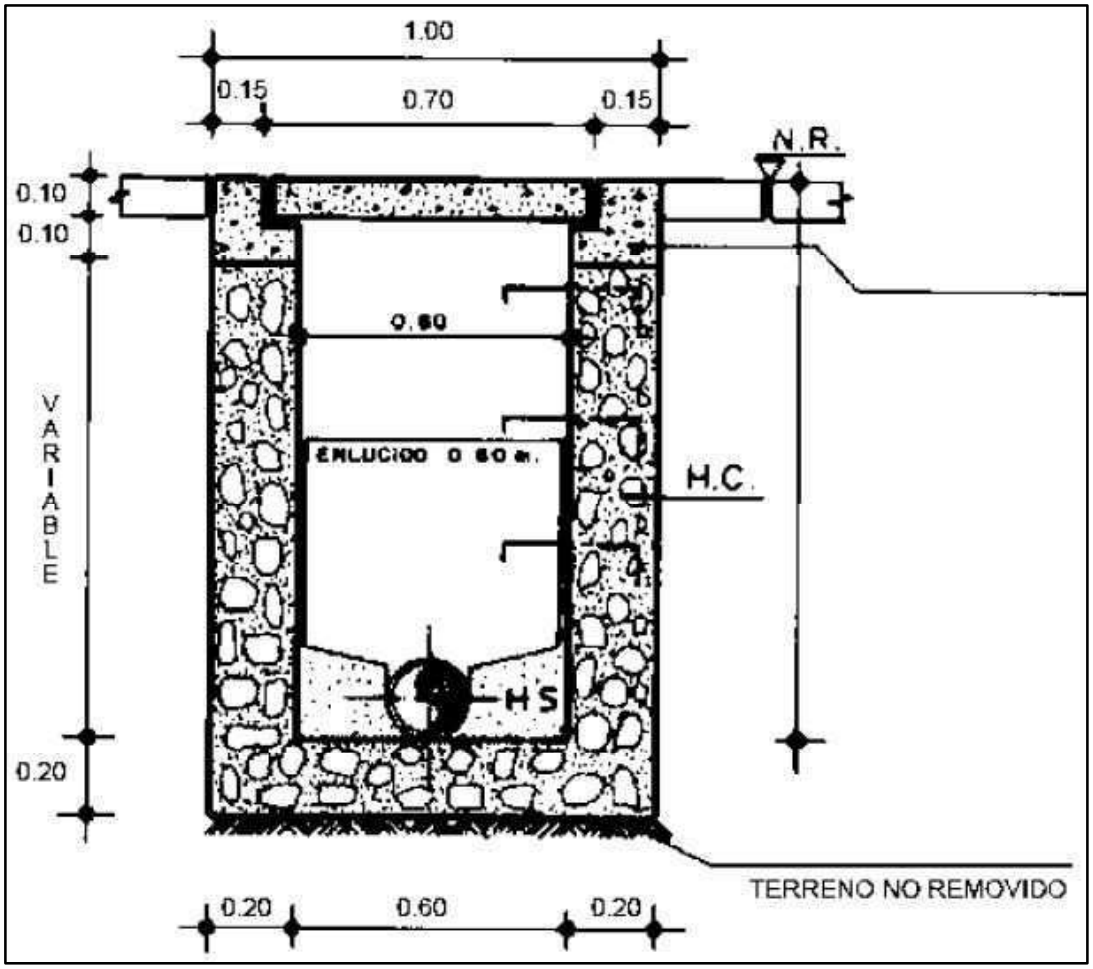
3. *Tipos*

Las cámaras de inspección podrán ser cajas de inspección, buzonetas y/o buzones de inspección.

Cajas de inspección

Se deberán emplear solo en vías peatonales cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento menor de 1 m sobre la clave del tubo. Sus dimensiones serán determinadas de acuerdo a los diámetros y profundidad de las tuberías, tal como especifica la tabla 01. La distancia entre caja y caja no será mayor a 20 m (véase figura 04).

Figura 04. Cajas de inspección.



Buzonetas

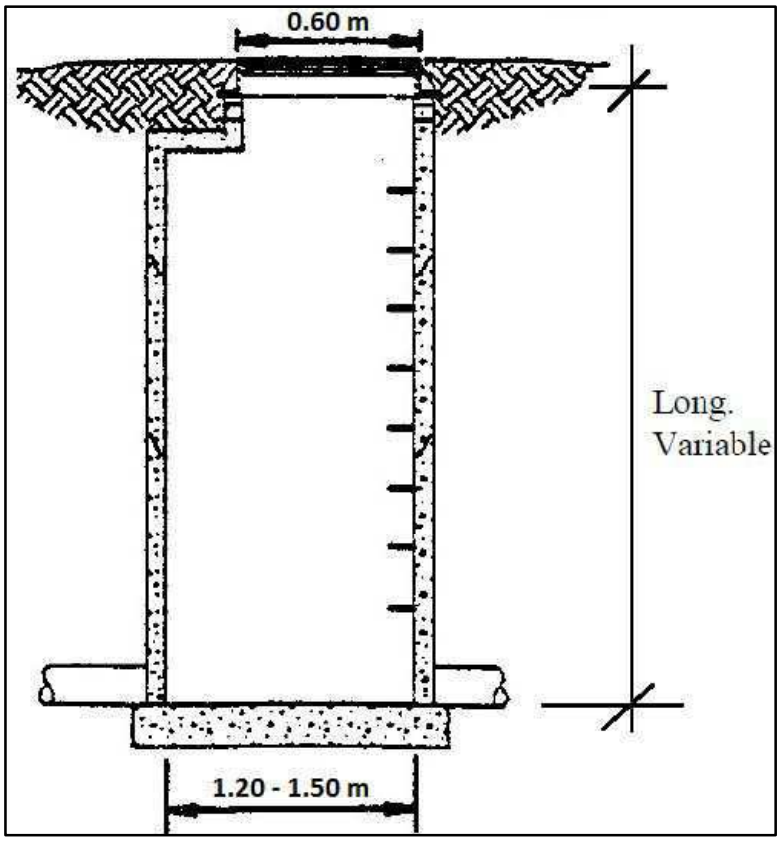
Las buzonetas estarán ubicadas en el colector principal. Su diámetro será 0.60 m, y se construirán alternativamente a los buzones.

Se proyectarán solo para tuberías principales de hasta 200 mm. de diámetro.

Buzones

Se deberán emplear cuando la profundidad sea tal que permita recubrimiento mínimo de 1 m. sobre la clave del tubo. El diámetro interior de los buzones será 1.20 m. para profundidades hasta 3.00 m y 1.50 m para profundidades mayores de 3.00 m. Los buzones podrán ser prefabricados o construidos en obra. El techo será una loza removible de concreto armado y llevará una abertura de acceso de 0,60 m de diámetro (véase figura 05)

Figura 05. Buzón de inspección.



4. Canaletas media caña

En el fondo de las cámaras de inspección, se deberá diseñar media caña en dirección del flujo, y una pendiente del 25% entre el borde de la media caña y las paredes laterales de la cámara.

5. Cámaras con caída

En las cámaras de inspección en que las tuberías no lleguen a un mismo nivel, se deberá proyectar caídas especiales cuando la descarga o altura de caída, con respecto al fondo de la cámara, sea mayor de 1 m.

6. Control de remanso

Para evitar la formación de remansos, el fondo de la cámara de inspección deberá tener una pendiente similar a la pendiente mayor de los conductos que llegan a ella.

2.2.5. PARÁMETROS DE DISEÑO

2.2.5.1. PERIODO DE DISEÑO[7]

El período de diseño permite definir el tamaño del proyecto en base a la población a ser atendida al final del mismo. Si el período de un proyecto es corto, inicialmente el sistema requerirá una inversión menor, pero luego exigirá inversiones sucesivas de acuerdo con el crecimiento de la población. Por otro lado, la ejecución de un proyecto con un período de diseño mayor requerirá mayor inversión inicial, pero luego no necesitará de nuevas inversiones por un buen tiempo.

Además, con periodos de diseño largos, el flujo en las alcantarillas estará por muchos años debajo del caudal de diseño, por lo cual las velocidades serán menores a las previstas y el desempeño del sistema será menor al esperado.

En proyectos de alcantarillado en el medio rural se recomienda asumir periodos de diseño relativamente cortos, del orden de 20 años, considerando la construcción por etapas, con el fin que se reduzca al mínimo y se puedan ajustar los posibles errores en las estimaciones de crecimiento de población y su consumo de agua.

Otro criterio que podría considerarse, es el que relaciona el periodo de diseño con el tamaño de la población del proyecto, tal como se muestra a continuación:

- Localidades de 1 000 a 15 000 habitantes : 10 a 15 años.
- Localidades de 15 000 a 50 000 habitantes : 15 a 20 años.

Para este proyecto se ha considerado un periodo de diseño de 20 años.

[7] (Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, LIMA 2005)

2.2.5.2. POBLACIÓN DEL PROYECTO

La cantidad de alcantarillado sanitario que se construirá en una comunidad depende de la población beneficiada y de su distribución espacial. Los tipos de población que normalmente se toman en cuenta son:

Población actual, es la población existente en el momento de la elaboración de los diseños de ingeniería.

Población al inicio del proyecto, es la población que va a existir en el área estudiada al inicio del funcionamiento de las redes. Cabe observar que entre la población actual y esta población puede haber una diferencia significativa, en función del tiempo de implantación de las obras.

Población al fin del proyecto, es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.

Para estimar estas poblaciones, serán necesarios, los métodos más utilizados:

1. Métodos Analíticos

Presuponen que el cálculo de la población para una región, es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que éstos se han medido.

Dentro de los métodos analíticos, tenemos el método aritmético, geométrico, la curva normal, logística, la ecuación de segundo grado, la curva exponencial, método de los incrementos y de los mínimos cuadrados

2. Métodos Comparativos

Son aquellos que, mediante procedimientos gráficos, estiman valores de población ya sea en función de datos censales anteriores de la región o considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

3. Método racional

En este caso, para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar, considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante.

El método más utilizado para el cálculo de la población futura es el método analítico y con mayor frecuencia el método de crecimiento aritmético. Esta metodología se utiliza para el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que éstas van cambiando en la forma de una progresión aritmética y que se encuentran cerca del límite de saturación.

La fórmula de crecimiento aritmético es:

$P_f = Pa(1 + \frac{rt}{100})$…….**Ecuación 1**

Donde:

P_f = Población futura.
P_a = Población actual.
r = Tasa de crecimiento anual en porcentaje.
t = Tiempo en años.

2.2.5.3. DOTACIÓN

La dotación o demanda per cápita, es la cantidad de agua que requiere cada poblador de la zona en estudio, expresada en litros/habitante/día (l/hab./día). Conocida la dotación, es necesario estimar el consumo promedio anual, el consumo máximo diario, y el consumo máximo horario.

La dotación es variable de acuerdo a usos, costumbres de cada localidad, actividad económica y las condiciones de saneamiento de cada localidad. Según el Ministerio de Salud, en un estudio para mejoras en el servicio de agua potable emitido en el año 1984 determinó que en la costa norte, la dotación alcanza los 70 l/hab./día mientras que en la costa sur este valor llega a los 60 l/hab./día. Para la sierra, el consumo de agua depende de la altitud en la cual se encuentra la localidad. En poblados con altura de más de 1500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), la dotación de agua alcanza los 50 l/hab./día y en alturas menores a los 1500 m.s.n.m., la

dotación es de 60 l/hab./día. Finalmente, en el caso de la selva peruana, la dotación llega a los 70 l/hab./día.

La dotación promedio diaria anual por habitante, según lo establece la Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una dotación de 180 l/hab/d, en clima frío y de 220 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m2, las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y cálido.

Para sistemas de abastecimiento indirecto por surtidores para camión cisterna o piletas públicas, se considerará una dotación entre 30 y 50 l/hab/d respectivamente.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado.

Para habilitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

2.2.5.4. CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES

Para determinar el caudal de aguas residuales que se utilizará en el diseño de los sistemas de alcantarillado, se debe considera los siguientes factores:

1. **Factor de retorno (C)**

La cantidad de aguas residuales generada por una comunidad es menor a la cantidad de agua potable que se le suministra, debido a que existen pérdidas a través del riego de jardines, abrevado de animales, limpieza de viviendas y otros usos externos. El porcentaje de agua distribuida que se pierde y no ingresa a las redes de alcantarillado, depende de diversos

factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua, y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población.

Es recomendable estimar este factor en base a información y estudios locales, sin embargo este factor se estimara teniendo en cuenta la Norma OS.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones el cual considera que el 80% del caudal de agua potable consumida ingresa al sistema de alcantarillado.

2. Caudal de infiltración (Qi)

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que penetra las redes de alcantarillado, a través de las paredes de tuberías defectuosas, uniones de tuberías, conexiones, y las estructuras de los pozos de visita, cajas de paso, terminales de limpieza, etc.

El caudal de infiltración se determinará considerando los siguientes aspectos:

- Altura del nivel freático sobre el fondo del colector.
- Permeabilidad del suelo y cantidad de precipitación anual.
- Dimensiones, estado y tipo de alcantarillas, y cuidado en la construcción de cámaras de inspección.
- Material de la tubería y tipo de unión.

En la tabla 03, se recomienda tasas de infiltración en base al tipo de tubería, al tipo de unión y la situación de la tubería respecto a las aguas subterráneas.

Tabla 03. Valores de infiltración en tuberías.

	Caudales de Infiltración (l/s/km)							
	Tubo de cemento		Tubo de arcilla		Tubo de arcilla vitrificada		Tubo de P.V.C	
Unión	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma	Cemento	Goma
Nivel Freático bajo	0,5	0,2	0,5	0,1	0,2	0,1	0,1	0,05
Nivel Freático alto	0,8	0,2	0,7	0,1	0,3	0,1	0,15	0,5

Fuente: Norma Boliviana NB 688-01 de Alcantarillado Sanitario

3. Caudal por conexiones erradas (Qe)

Se deben considerar los caudales provenientes de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas de patios domiciliarios que incorporan al sistema aguas pluviales. El caudal por conexiones erradas puede ser del 10% al 20% del caudal máximo horario de aguas residuales.

4. Coeficiente de flujo máximo (K)

La relación entre el caudal medio diario y el caudal máximo horario se denomina "coeficiente de flujo máximo". Este coeficiente varía de acuerdo a los mismos factores que influye en la variación de los caudales de abastecimiento de agua (clima, patrón de vida, hábitos, etc.), pero es afectado en menor intensidad, en función al porcentaje de agua suministrada que retorna a las alcantarillas y al efecto regulador del flujo a lo largo de los conductos de alcantarillado, que tiende a disminuir los caudales máximos y a elevar los mínimos.

El coeficiente de flujo máximo podrá ser obtenido mediante las siguientes ecuaciones, es importante observar que este coeficiente tiene una relación inversa con el tamaño de la población:

$K = \frac{Q_{max}}{Q_{med}} = 1 + \frac{14}{4+\sqrt{P}}$ ..... **Ecuación (1)** Harmon

$K = \frac{Q_{max}}{Q_{med}} = \frac{5}{p^{0.2}}$ ..... **Ecuación (2)** Babbit

$K = \frac{Q_{max}}{Q_{med}} = \frac{5}{p^{0.1}}$ ..... **Ecuación (3)** Flores

$K = K_1 x K_2$

Donde:

P = Población en millares de habitantes.

p = Población en habitantes.

K_1= Relación entre caudal máximo diario y el caudal medio diario, igual a 1,2.

K_1= Relación entre caudal máximo horario y el caudal medio horario, igual a 1,5.

5. Caudal de diseño

Los caudales que discurrirán a través de las redes de alcantarilla para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera:

1. Caudal medio

$$Q_{med} = \frac{C\ x\ P\ x\ Dot}{86400} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{Ecuación (4)}$$

Dónde:

Q_{med} = Caudal medio.
C = Coeficiente de retorno (0.80)
P = Población que puede ser de acuerdo al cálculo del caudal máximo o mínimo.
P_i = Población al iniciar el funcionamiento del sistema.
P_f = Población para el alcance del proyecto.
Dot = Consumo promedio de agua, en litros por persona por día.

2. Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = KQ_{med} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{Ecuación (5)}$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario
K = Coeficiente de flujo máximo

3. Caudal de diseño

El dimensionamiento de los conductos deberá atender los máximos caudales de descarga según la siguiente expresión:

$$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_e \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \textbf{Ecuación (6)}$$

Donde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario.
Q_i = Caudal de infiltración.
Q_e = Caudal por conexiones erradas.

4. Caudal por tramos en la red

Para el cálculo del caudal en cada tramo de la red, se debe tomar el caudal máximo de contribución (ecuación 5), luego dividirla por el

tamaño total de la red, obteniendo el caudal unitario (Qu), en L/(s.km) de red:

$Q_u = \frac{Q_{mh}}{L}$……..……**Ecuación (7)**

Donde:

L = tamaño de la red.

Para el cálculo de la contribución de desagües en un tramo, basta multiplicar el tamaño de la red aguas arriba, incluyendo el tramo en cálculo, por el caudal unitario y por la tasa de infiltración (Qi).

$Q = (Q_u + T_i)L_m$……..…**Ecuación (8)**

Donde:

L_m = tamaño de la red aguas arriba, que incluye el tramo en calculo.

Existe otro método para el cálculo de caudales en cada tramo de le red, en el cual los caudales para el diseño de cada tramo serán obtenidos en función a su área tributaria. Para la delimitación de áreas se tomará en cuenta el trazado de colectores, asignando áreas proporcionales de acuerdo a las figuras geométricas que el trazado configura, la unidad de medida será la hectárea (Ha).

El caudal de diseño será el que resulte de multiplicar el caudal unitario (l/s/Ha) por su área correspondiente. El tramo podrá recibir caudales adicionales de aporte no doméstico (industria, comercio y público) como descarga concentrada.

2.2.6. DISEÑO DE LAS REDES DE ALCANTARILLADO

En la elaboración de un proyecto se deben planear varias alternativas, definiendo para cada una de ellas, las obras que la integran, realizando un análisis y selección de la más conveniente en función de los aspectos de eficiencia técnica y económica.

El diseño de un sistema de alcantarillado por gravedad se realiza considerando que durante su funcionamiento, se debe cumplir la condición de autolimpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. La eliminación continua de sedimentos es costosa y en caso de falta de mantenimiento se pueden generar problemas de obstrucción y taponamiento.

Para tuberías de alcantarillado, la pendiente mínima puede ser calculada utilizando el criterio de velocidad mínima o el criterio de la tensión tractiva.

En el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario se debe conocer la infraestructura existente en la localidad y asegurar que en los cruces con la red la tubería de agua potable siempre se localice por arriba.

1. Fórmulas para el diseño

Considerando que el flujo en las tuberías de alcantarillado será uniforme y permanente, donde el caudal y la velocidad media permanecen constantes en una determinada longitud de conducto, para los cálculos hidráulicos del diámetro de la tubería de la red de alcantarillado se utilizara la fórmula de Manning, la cual se describe a continuación:

- <u>Fórmula de Manning</u>:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$ ..... **Ecuación (9)**

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

R = Radio hidráulico (m)

S = Pendiente (m/m)

n = Coeficiente de rugosidad.

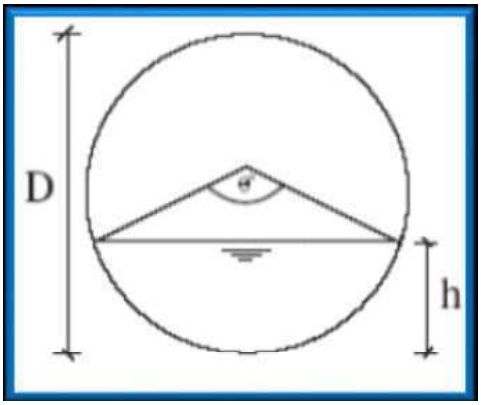
La ecuación de Manning en función del diámetro de las tuberías, genera las siguientes expresiones para tuberías funcionando a sección plena (tubo lleno):

$$V = \frac{0.397 D^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$ ..... **Ecuación (10)**

$$V = \frac{0.312 D^{\frac{8}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$ ..... **Ecuación (11)**

En el caso de tuberías con la sección parcialmente llena, la fórmula de Manning varia teniendo en consideración el radio hidráulico y el ángulo central (ver Figura 6) que se forma en la sección parcialmente llena:

Figura 6: Esquema de tuberías con sección parcialmente llena



Fuente: Propia

Ángulo central θ° en grados sexagesimales:

$$\theta° = 2arc\cos(1 - \frac{2h}{D})$$ ..... **Ecuación (12)**

Radio hidráulico:

$$R = \frac{D}{4}(1 - \frac{360 sen\theta°}{2\Pi\theta°})$$ ..... **Ecuación (13)**

Sustituyendo el valor del radio hidráulico en la fórmula de Manning, se obtienen las siguientes expresiones para tuberías con la sección parcialmente llena:

$$V = \frac{0.397 D^{\frac{2}{3}}}{n}(1 - \frac{360 sen\theta°}{2\Pi\theta°})^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$ ..... **Ecuación (14)**

$$Q = \frac{D^{\frac{8}{3}}}{7257.15\, n(2\Pi\theta°)^{\frac{2}{3}}}(2\Pi\theta° - 360 sen\theta°)^{\frac{5}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$ ..... **Ecuación (15)**

2. Coeficiente de rugosidad

Para el diseño de alcantarillas nuevas y en la comprobación de la capacidad de alcantarillas existentes bien construidas, se recomienda emplear un

coeficiente de rugosidad de Manning y Kutter-Ganguillet (n) de 0,013. Deberán utilizarse valores superiores de n en alcantarillas ya construidas, en las cuales se realice alguna de las siguientes observaciones: desgaste considerable, desviaciones en las alineaciones y pendientes, variaciones de las dimensiones interiores, existencia de sedimentos y construcción de baja calidad.

Para nuestro caso se utilizará un coeficiente de rugosidad según el tipo de material, tal como se presenta en la Tabla 04:

Tabla 04: Coeficiente de rugosidad según Manning

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD	
MATERIAL	**COEFICIENTE (n)**
Asbesto - Cemento	0.010
Concreto Liso	0.012
Concreto Áspero	0.016
Concreto Pre esforzado	0.012
Acero Galvanizado	0.014
Fierro Fundido	0.013
Acero Soldado Sin Revestimiento	0.014
Acero Soldado Con Revestimiento Interior a Base de Epoxy	0.011
PVC (Policloruro de Vinilo)	0.009
Polietileno de Alta Densidad	0.009

Fuente: Mecánica de los Fluidos e Hidráulica. Giles, Ronald V.-1999

3. Flujo mínimo en las redes

Los cálculos de diseño de alcantarillas convencionales asumen condiciones de estado constante. En la práctica los flujos en los tramos iniciales de las redes de alcantarillado son muy variables, dependiendo en cualquier momento, de la cantidad de ramales que descargan y los sanitarios que son evacuados.

De lejos, los flujos máximos ocurren ante la descarga de los inodoros sanitarios, los cuales se extienden como ondas a través de las redes, siendo amortiguados por la fricción en las paredes internas de los colectores y por su paso por las cámaras de inspección, a mayor recorrido por las redes el amortiguamiento es mayor.

Es recomendable emplear un “flujo mínimo” en el diseño de alcantarillas, especialmente en las que se encuentran en los tramos iniciales de la red o donde no se disponga información para los cálculos. Es decir, se deben emplear la ecuación (5) para calcular el caudal máximo horario (flujo pico), pero sujeto a un mínimo valor especificado.

El flujo pico mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas, representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario. Si el flujo pico en el tramo del colector en consideración es menor que q_{min}, entonces este último se utiliza en el diseño.

De acuerdo a la experiencia Brasileña el flujo pico mínimo se fija en 1,5 l/s, aunque originalmente se empleaba un valor de 2,2 l/s.

4. Criterio de velocidad

El diseño de redes de alcantarillado se debe realizar en función de un caudal inicial (Q_i), que es el caudal máximo al inicio del proyecto, y un caudal final (Q_f), que es el caudal máximo al final del periodo de diseño. A “Q_i” le corresponde la velocidad promedio mínima del flujo (V_i) y a “Q_f” la velocidad promedio máxima (V_f). El cálculo de la velocidad mínima (V_i), es para evitar la deposición excesiva de materiales sólidos, y la de la velocidad máxima (V_f), es para evitar que ocurra la acción abrasiva de las partículas sólidas transportadas por las aguas residuales.

- <u>Velocidad mínima permisible</u>

La determinación de la velocidad mínima del flujo reviste fundamental importancia, pues permite verificar la autolimpieza de las alcantarillas en las horas, cuando el caudal de aguas residuales es mínimo y el potencial de deposición de sólidos en la red es máximo. A su vez, la velocidad mínima de autolimpieza es fundamental para conducir a la minimización de las pendientes de las redes colectoras, principalmente en áreas planas, haciendo posible economizar la excavación y reducir los costos.

El criterio de velocidad mínima se emplea desde hace más de un siglo. En el año 1880, George Waring Jr. diseño el primer sistema separativo de Estados Unidos, considerando una velocidad mínima 0.60 m/s. La práctica normal es proyectar el alcantarillado con una pendiente que asegure una velocidad mínima de 0.60 m/s. Sin embargo, algunos autores como Metcalf y Eddy (2005) aseguraron y recomendaron que asumiendo una velocidad igual a 0.30 m/s, es suficiente para garantizar el arrastre y la autolimpieza de la tubería.

La velocidad mínima no debe ser menor de 0,45 ó 0,50 m/s. Es mejor aceptar un valor inferior para el flujo "real", que fijar un valor mayor para un flujo hipotético (sección llena o semillena).

La velocidad mínima se deberá calcular para un tirante mojado de 0,20 veces el diámetro de la tubería y la velocidad máxima para un tirante de 0,8 veces el diámetro.

- <u>Determinación de la velocidad máxima</u>

Como se mencionó anteriormente, la acción erosiva sobre la tubería es el factor más importante a efecto de la determinación de la velocidad máxima de las aguas residuales.

Considerando los valores máximos de velocidad hay dos condiciones que observar

> De los resultados de una amplia investigación hecha en Holanda se desprende que una velocidad de flujo entre 4,0 y 5,0 m/s causa menos erosión que las velocidades entre 2,5 y 4,0 m/s.
>
> Se debe evitar la mezcla de aguas residuales y aire, limitando velocidades más de 5 m/s.

Por tanto, es recomendable calcular la máxima pendiente admisible para una velocidad final Vf =5 m/s.

Por otro lado, cuando la velocidad final (Vf) sea superior a la velocidad crítica (Vc), la altura máxima de lámina líquida admisible debe ser 0,5 del diámetro del colector, asegurando la ventilación del tramo. La velocidad crítica es definida por:

$V_c = 6\sqrt{gR}$ ..... **Ecuación (14)**

Donde:

Vc = Velocidad crítica (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (m/s^2)

R = Radio hidráulico (m)

5. Tirante de Agua

De acuerdo a los criterios de diseño y a la Norma OS.070 del RNE, el tirante máximo para el valor del caudal máximo futuro será igual o inferior al 75% del diámetro interno del colector, esto para permitir la ventilación de forma que se minimice o elimine la generación y acumulación de sulfuro de hidrógeno.

6. Criterio de la tensión tractiva

Se considera que este método es el más práctico para calcular alcantarillas que tiene en cuenta la configuración y la sección mojada del conducto. Su aplicación permite el control de la erosión, la sedimentación y la producción de sulfuros, principalmente, en zonas de topografía plana, donde la aplicación del criterio de velocidad mínima arroja resultados menos ventajosos en términos de diámetro, pendiente y profundidad de tuberías.

- <u>Tensión tractiva</u>

Se denomina tensión tractiva a la capacidad de autolimpieza de la tubería de alcantarillado, es decir, la posibilidad que sean arrastradas las partículas en suspensión, que dependerá del esfuerzo cortante que la corriente de agua ejerza sobre las paredes interiores donde podría ocurrir la sedimentación.

La tensión tractiva ó fuerza de arrastre (σ_t), es la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. Como se muestra en la figura 7, en la masa de aguas residuales de un tramo de colector de longitud L, con área de sección transversal A y perímetro mojado P, la tracción tractiva estará dada por el componente del peso (W) en dirección del flujo dividido por el área mojada:

$$\sigma_t = \frac{W\ sen\Phi}{P\ L}$$ ..... **Ecuación (15)**

Donde:

σ_t = Tensión tractiva (N/m2, Pa)

P = Perímetro mojado (m).

L = Longitud (m)

W = Peso (Newton)

El peso (W) está dado por:

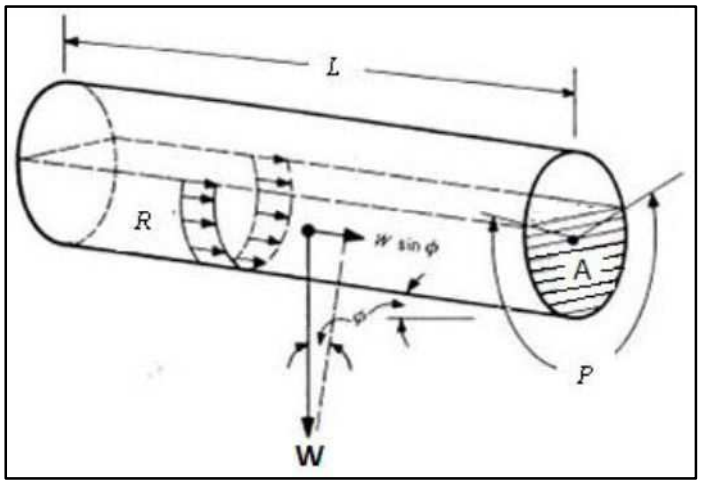
$$w = \rho g A L$$ ..... **Ecuación (13)**

Donde:

ρ = Densidad de aguas residuales (kg/m3)

g = Aceleración de la gravedad (m/s2).

Figura 7: Definición de parámetros para tensión tractiva en un colector circular



Fuente: (Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, LIMA 2005)

Si se considera que A/P es el radio hidráulico (R); cuando Φ es pequeño, senΦ = tanΦ, y como la tanΦ es la gradiente del colector, S (m/m), la ecuación de tensión tractiva puede ser escrita de la siguiente forma:

$\sigma_t = \rho\ g\ R\ S$ ..... **Ecuación (14)**

Reemplazando la **Ecuación (9)** de R en la **Ecuación (14),** se tiene:

$\sigma_t = \rho\ g\ S\ \frac{D}{4}(1 - \frac{360 sen\theta°}{2\Pi\theta°})$ ..... **Ecuación (15)**

Reemplazando la **Ecuación (8)** de θ° en la **Ecuación (15),** se tiene:

$\sigma_t = \rho\ g\ S\ \frac{D}{4}(1 - \frac{360\ sen\ (2arc\cos\left(1 - \frac{2h}{D}\right))}{4\Pi\ arc\cos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)})$ ..... **Ecuación (16)**

- <u>Tensión tractiva mínima</u>

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), la pendiente del colector será calculada con el criterio de la tensión tractiva. Es así, que el valor mínimo de la Fuerza Tractiva (σ_t) será considerada igual a 1.00 Pascal (Pa). El valor mínimo de 1.00 Pascal (Pa) corresponde a un coeficiente de Manning "n" igual a 0.013. La fuerza tractiva mínima debe ser suficiente para transportar entre el 90% al 95% del material granular que se estima ingresa al sistema de alcantarillado.

7. Pendientes de alcantarillas

- Pendiente mínima

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, el proyecto de colectores de alcantarillado sanitario tomará en cuenta las condiciones de flujo críticas que puedan presentarse, debido a los bajos caudales de aporte durante los primeros años después de su construcción. Se deberá garantizar que las pendientes no sean demasiado bajas para producir

sedimentación, lo cual ocasionarían elevados costos de mantenimiento antes de alcanzar los caudales de diseño.

La pendiente mínima que tendrá una alcantarilla viene dada por la inclinación de la tubería con la cual se logrará mantener la velocidad mínima de 0.60 m/s o cuando se quiere obtener un valor determinado de la Fuerza Tractiva mínimo (1.00 Pa.)

- Pendiente máxima admisible

La pendiente máxima admisible será calculada para la velocidad máxima permisible.

8. Diámetro mínimo de alcantarillas

Los criterios de diseño de las redes convencionales especifican que el diámetro mínimo de las alcantarillas será 200 mm (8”), tanto en habilitaciones de uso de vivienda como de uso industrial.

Excepcionalmente y sólo en habilitaciones de uso de vivienda, podrá utilizarse alcantarillas de 150 mm (6”) de diámetro; siempre y cuando su necesidad se sustente en mejores condiciones hidráulicas de funcionamiento o por su ubicación en zonas accidentadas con calles angostas, pero de fuertes pendientes.

Por tanto, el diámetro mínimo que se recomienda en el diseño de redes simplificadas es 150 mm (6”), siendo limitado el uso de las tuberías de 100 mm (4”) para los casos donde se justifique técnicamente su requerimiento.

Conforme a lo establecido en la Norma OS.070 del RNE, el diámetro mínimo de los colectores de alcantarillado sanitario será de 150 mm (6”).

2.2.7. SOFTWARE CIVILCAD 2017[8]

Figura N° 8: Red de Alcantarillado

Fuente: CivilCad 2017

CivilCAD, creado por ARQCOM, es el software diseñado para crear funciones adicionales que automatizan y simplifican las tareas dentro de AutoCAD® Full, BricsCAD PRO/Platinum y ZWCAD+, cubriendo diversas necesidades del profesional de la Ingeniería Civil y Topografía de habla hispana; utilizado por dependencias de gobierno, constructoras y universidades.

Con CivilCAD, puede obtener rápidamente perfiles, secciones, curvas de nivel, cálculo de volúmenes en plataformas y vialidades, cuadros de construcción, subdivisión de polígonos, entre otras más de 100 rutinas útiles.

¿Cómo funciona?

Se integra a la barra de menú de AutoCAD Full, Bricscad PRO y ZWCAD+ 2012, ofreciendo cientos de rutinas para agilizar su trabajo. La estructura del menú de AutoCAD® Full, Bricscad PRO y ZWCAD+ 2012 se ha mantenido sin alteración, solo se han integrado las opciones de CivilCAD. Además, puede ejecutar estas rutinas al escribirlas en la línea de comando.

[8] (Manual del Software CivilCAD , 2017)

¿Cuáles son sus ventajas?[9]

Enfocado a Ingeniería Civil y Topografía hispana.

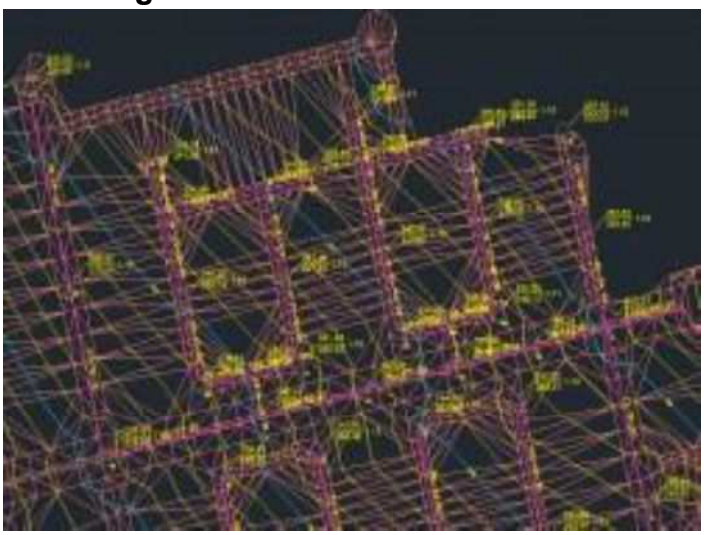
Fácil de usar, extensa documentación y soporte técnico gratuito.

Módulos Opcionales de Cálculo de Redes de Agua Potable, Alcantarillado, Carreteras SCT, Exportación de datos al programa Curva Masa de la SCT, Redes de Alcantarillado Pluvial ADS Mexicana e Interfase para Google Earth.

¿Qué módulo se empleara?

Se utilizará el módulo CivilCad: Red de Alcantarillado

Figura N° 9: Red de Alcantarillado



Fuente: CivilCad 2017

Reconoce redes de alcantarillado. - Reconoce redes de alcantarillado dibujadas con líneas, insertando símbolo de pozo de visita en vértices, con la opción de indicar el tipo de línea, capa y color.

Dirección de flujo automática o manual. - La dirección del flujo en tuberías se establece de acuerdo a la rasante indicada en pozos de visita o manualmente.

Cotas de terreno, símbolos y adosada. - Anota cotas de terreno, clave, plantilla y profundidad en pozos de visita, longitud-pendiente-diámetro en tuberías y símbolos de caída libre y adosada con las respectivas cotas clave.

[9] (Manual del Software CivilCAD 2017, 2017)

Calcula distribución de población. - Puede calcular la distribución de población de proyecto. Calcula diámetro y pendiente en tuberías, además de gasto mínimo, medio y máximo previsto en caso de pérdidas por conexiones erradas e infiltración.

Velocidad y tirantes, mínimos y máximos. - Obtiene velocidades y tirantes mínimos y máximos a partir de la relación de gasto, velocidades y tirantes.

Calcula volúmenes. - Calcula volúmenes de excavación, plantilla y relleno de acuerdo al diámetro y profundidad media de las tuberías.

Editor Gráfico. - Cuenta con un editor gráfico de perfiles donde se pueden modificar cotas de terreno, clave y batea además de longitud, pendiente y diámetro de tuberías.

Tabla de Resultados. - Genera una tabla de cálculo con los resultados obtenidos.

Procesamiento ilimitado. - Puede procesar un número ilimitado de nodos y tramos de tuberías.

Funcionalidad. - Cuenta con librería de detalles sanitarios y simbología.

2.3. MARCO CONTEXTUAL

2.3.1. UBICACIÓN Y VIAS DE ACCESO

La siguiente investigación asistida se encuentra ubicada en el Distrito de Yurimaguas, cuyas principales características son:

Ubicación Política:

País	:	Perú
Distrito	:	Yurimaguas
Provincia	:	Alto Amazonas
Región	:	Loreto
Altura capital (msnm):		140 – 160 m.s.n.m.

La ciudad de Yurimaguas se encuentra en la margen izquierda del Río Huallaga, en la confluencia de los Ríos Paranapura y Shanusi.

Población

La población censada de la ciudad de Yurimaguas ha ido evolucionando positivamente como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla N° 05: Población Censal Histórica

CENSO	POBLACION (Habitantes)
1,972	**17,268**
1,981	**22,902**
1,993	**30,658**
2,007	**45,348**

Fuente: INEI

Las vías de acceso son las siguientes:

Vía Terrestre

Para llegar a la ciudad de Yurimaguas se pasa por Tarapoto, cuya distancia es de 135 km, 2 horas de viaje aproximado, a través de una vía totalmente asfaltada y en buen estado.

Desde Lima se puede arribar a Tarapoto por tres rutas:

Vía Chiclayo a través de la Panamericana Norte y pasando por la Carretera Fernando Belaúnde Terry en una distancia aproximada de 1,500 km.

Otra ruta es por la Panamericana Norte hasta Pacasmayo – tomado el desvío a Cajamarca, pasando por Pedro Ruiz Gallo hasta arribar a Tarapoto en una longitud estimada de 1540 km.

Otra ruta es por la Carretera Central, pasando por Ticlio - La Oroya - Huánuco - Tingo María – Aucayacu – Tocache - Juanjuí-Tarapoto, a través de una carretera pavimentada parcialmente (aprox. 80% de su recorrido), haciendo un total de 1,050 km.

Vía Fluvial

Yurimaguas está comunicada por vía fluvial con la capital del departamento, Iquitos y otras ciudades importantes como Pucallpa. Los viajes en lancha son de 4 días hasta Iquitos.

Por esta vía existe además gran potencial para comunicarse con los países vecinos, como Brasil y Colombia.

Vía Aérea

Se cuenta con un terminal aéreo, situado en la misma ciudad de Yurimaguas, destinada para soportan avionetas únicamente.

La comunicación por esta vía es limitada únicamente al transporte regional, mas no con la capital del país.

Este medio ha sido relegado a segundo lugar debido a la construcción cercana de otro aeropuerto en la ciudad de Tarapoto.

2.3.2. CLIMA

El clima y las precipitaciones influyen grandemente en la ejecución de los trabajos propios del proyecto, y en los hábitos de vida y consumo de la población, por ello vale indicar estos factores.

Precipitaciones

Yurimaguas es una ciudad de fuertes lluvias, con presencia variable a lo largo del año como puede apreciarse en el siguiente gráfico, siendo de Septiembre a abril los meses más lluviosos y de agosto a diciembre los menos lluviosos. Como referencia, a nivel anual, en el 2009 se alcanzó una precipitación total de 2,262 mm.

Temperatura

La temperatura promedio anual es de 28 ºC; la temperatura máxima se presenta en el mes de octubre 36.50 ºC y la temperatura mínima en mayo (20 ºC). Es interesante observar que el mes de octubre presenta la mayor variación extrema, es decir, temperaturas más altas y más bajas a la vez.

2.3.3. TOPOGRAFIA Y GEOLOGIA

Topografía y Geología

El suelo donde se intervendrá con el proyecto es de topografía plana, con pequeñas ondulaciones.

El tipo de suelo es limo arcilloso y limo arenoso por lo que se considera como terreno normal.

2.4. MARCO NORMATIVO

Se ha utilizado el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES 2013. Cuyas normas a empleadas son:

OS.070: REDES DE AGUAS RESIDUALES

OS.100: CONSIDERACIONES BASICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA

Esta Normas contiene los requisitos mínimos a los cuales deben sujetarse los proyectos y obras de infraestructura sanitaria

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los sistemas de alcantarillado sanitario de las poblaciones urbanas y rurales cuentan con problemas de descarga generándose el colapso de estas, una de las causas principales es debido a que en los proyectos no se realizan un buen diseño hidráulico perjudicando el funcionamiento hidráulico del sistema.

El sistema de alcantarillado del área de estudio en referencia, no sustenta una memoria de cálculo hidráulico, por lo tanto no garantiza un buen funcionamiento para periodo del tiempo que fue diseñado el sistema de alcantarillado sanitario.

3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El análisis del problema descrito se llevará a cabo mediante la identificación del problema general, del cual a su vez se desprenden los problemas específicos

3.2.1. Problema General

¿Cómo se realiza la Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario en las Calles Luis Becerra, Elvit Victoria y José Carlos (Barrio Primavera) Mediante el Software CivilCad 2017, Distrito de Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto?

Con la siguiente investigación, se promueve la verificación del diseño del alcantarillado plasmados en los proyectos, para ayudar a reducir al máximo los riesgos que se puedan presentar en el futuro, como son las obstrucciones de las aguas servidas que esto a las vez promueve las enfermedades o problemas de salubridad que afecten la calidad de vida de los habitantes.

3.2.2. Problemas Específicos

¿Cuáles son los problemas de diseño de las redes que pueden presentarse por la topografía del terreno?

¿Cuál es el método a utilizar para el cálculo de la verificación hidráulica de la red de alcantarillado sanitario, ciñéndose estrictamente a los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas O.S. 0.70 y O.S. 0.100?

¿Cuánto serán los valores de la velocidad máxima y mínima en todos los tramos de la red de alcantarillado sanitario, para cumplir con los parámetros de la Norma O.S 0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones?

¿Cuál será el valor de la tensión tractiva en todos los tramos de la red de alcantarillado sanitario, para cumplir con el parámetro de la Norma O.S 0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones?

¿La red de alcantarillado sanitario propuesto en el expediente técnico cumplirá con los requerimientos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas O.S. 0.70 y O.S. 0.100?

IV. OBJETIVOS

El presente trabajo de investigación se orienta a cumplir los siguientes objetivos:

4.1. OBJETIVO GENERAL

El objeto del estudio del presente proyecto es la realización de la Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario en las Calles Luis Becerra, Elvit Victoria y José Carlos (Barrio Primavera) Mediante el Software CivilCad 2017, Distrito de Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto. De esta manera suplir las necesidades de saneamiento básico para el corregimiento.

4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar los problemas de diseño de las redes que pueden presentarse por la topografía del terreno.

Determinar el método a utilizar para el cálculo de la verificación hidráulica de la red de alcantarillado sanitario, ciñéndose estrictamente a los parámetros del Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas O.S. 0.70 y O.S. 0.100.

Determinar la velocidad máxima y mínima en todos los tramos de la red de alcantarillado sanitario, teniendo en cuenta los parámetros de la Norma O.S 0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Determinar la tensión tractiva en todos los tramos de la red de alcantarillado sanitario, teniendo en cuenta parámetro de la Norma O.S 0.70 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Verificar si la red de alcantarillado sanitario propuesto en el expediente técnico cumplirá con los requerimientos establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones, Normas O.S. 0.70 y O.S. 0.100.

V. HIPÓTESIS

La Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario en las Calles Luis Becerra, Elvit Victoria y José Carlos (Barrio Primavera), Distrito de Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto cumple con los parámetros de diseño según Normas OS.0.70 y OS.0.100 utilizando el Software CivilCad 2017.

VI. VARIABLES

6.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

La variable viene a ser *Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario*

6.2. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario: Es la comprobación de la velocidad mínima, máxima y la tensión tractiva, para garantizar el óptimo funcionamiento de un diseño de alcantarillado sanitario durante la vida útil del proyecto.

6.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 06: Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario	Velocidad mínima y máxima.	Determinación de la *velocidad mínima* que no permita la sedimentación de los materiales sólidos transportados. Determinación de la *velocidad máxima* que no permita el desgaste de las paredes interiores de la tubería
	Tensión Tractiva	Capacidad de autolimpieza de la tubería de alcantarillado sanitario

Fuente: Elaboración Propia

VII. MÉTODO

7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo descriptiva, por que describe las características para la Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario en las Calles Luis Becerra, Elvit Victoria y José Carlos (Barrio Primavera) Mediante el Software CivilCad 2017, Distrito de Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto.

7.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación tiene como diseño general el NO EXPERIMENTAL de tipo TRANSACCIONAL DESCRIPTIVO, cuyo esquema es:

M	O

Dónde:

M: Muestra con quien o en quien se va a realizar el estudio.

O: Observación a la variable. Información relevante o de interés de la muestra.

7.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

7.3.1. Población

La población está conformada por el sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Yurimaguas.

7.3.2. Muestra

La muestra está dada por el alcantarillado sanitario en las Calles Luis Becerra, Elvit Victoria y José Carlos (Barrio Primavera)

7.4. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

7.4.1. Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas que se emplearon para la recolección de datos fueron: el análisis documental y la observación.

7.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos que se utilizaron en la recolección de datos fueron: análisis de contenido, cuestionario y guía de observación.

7.4.3. Procedimiento de Recolección de Datos

Se procedió a realizar la recolección de datos siguiendo los siguientes pasos:

Elaboración del instrumento de recolección de datos.

Se someterá a prueba la validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos.

Aplicación o recojo de la información.

Procesamiento de la información.

Análisis e interpretación de la información.

Elaboración del informe del Trabajo de Investigación Asistida.

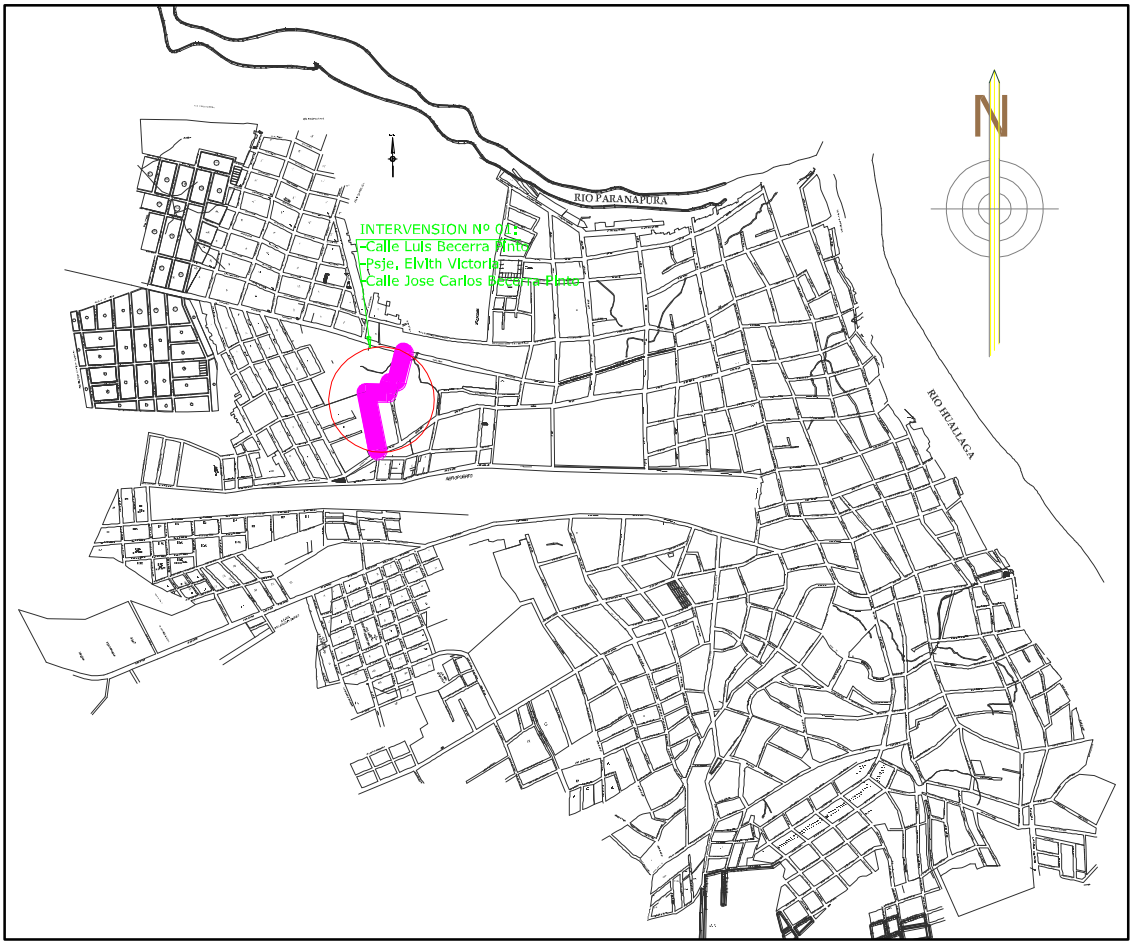
Presentación y sustentación del Trabajo de Investigación Asistida.

7.5. PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS

7.5.1. PROCESAMIENTO

7.5.1.1. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

Figura 10: Ubicación Del Área De Estudio



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 10 se muestra el croquis de ubicación de la red a realizar su verificación hidráulica en Distrito de Yurimaguas.

7.5.1.2. ESTUDIOS PREVIOS

ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

Es el conjunto de actividades de campo y gabinete que tienen como finalidad proporcionar información altimétrica y/o planimetría, para representarlas en planos y a una escala adecuada, de manera que se tenga una representación gráfica del perfil y planta por donde se vaya a trazar la red de atarjeas, colectores e interceptores o emisores. Para la realizar este trabajo es necesario recopilar información cartográfica, fotográfica y topográfica existente sobre el área en estudio.

De existir levantamientos topográficos anteriores de la zona en estudio, se analiza la información para determinar la posibilidad de utilizarlos, actualizarlos complementarlos, según sea el caso. Cuando exista topografía de áreas vecinas, se establecen los puntos de liga respecto a la nueva área de estudio, los mismos que deben ser referenciados. Para nuestro caso el diseño de la red de atarjeas debe adecuarse a la topografía de la localidad, se deben considerar algunas características y los modelos de configuración de red de atarjeas como se describe a continuación:

Poligonales (trazo de apoyo)

Consiste en comprobar la alternativa de trazo del eje de un conducto (línea conducción, colector, emisor, etc.). Que sea seleccionada previamente en gabinete el apoyo de la información cartográfica existente, se debe llevar a cabo un reconocimiento de campo, haciendo las modificaciones pertinentes de acuerdo con los obstáculos, características del suelo, relieve y tenencia de la tierra en la zona.

El origen de las coordenadas "X, Y" del trazo de apoyo o poligonal auxiliar, que permite definir el eje del conducto, debe referirse a coordenadas cartesianas; en casos extraordinarios, cuando lo anterior no sea posible, se pueden utilizar medios gráfico tomados sobre cartas editadas por alguna dependencia oficial, indicándolo en las notas con los planos respectivos.

El levantamiento topográfico del trazo de apoyo, debe estar referenciado a un plano de comparación único de bancos de nivel.

Nivelación de perfil

Este tipo de nivelación tiene por objeto apreciar con claridad todos los accidentes topográficos por los que atraviesa la línea del trazo, la nivelación de perfil debe tomar con precisión las elevaciones sobre el nivel medio del mar. Los trompos que se ubican a cada 20 m sobre la línea de trazo, y de todos aquellos puntos que tengan cambios bruscos de pendiente.

La nivelación debe cumplir con la comprobación y la tolerancia que se indica en la sección transversal debe estar apoyada en las cotas del perfil de la línea, que fueron determinadas a cada 20 m con nivel fijo. Con la nivelación del perfil de la línea y el seccionamiento que se realice en el trazo de apoyo, se configura una franja que cubra el área necesaria, con curvas de nivel equidistantes a cada metro o menos dependiendo de lo accidentado de dicha franja.

Curvas de nivel

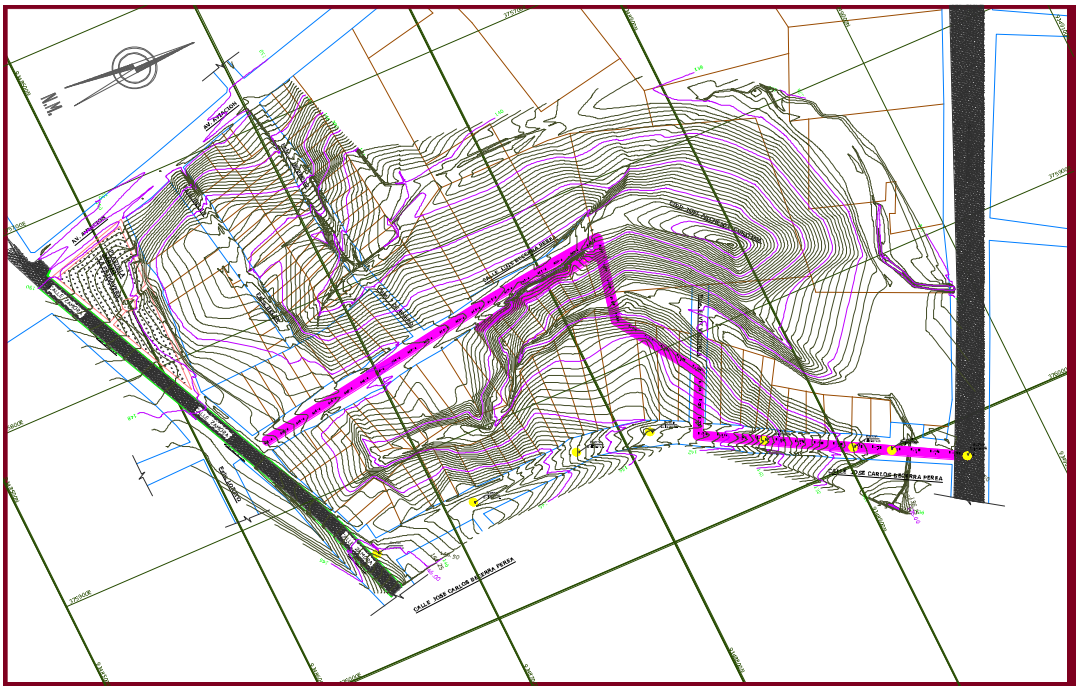
Las curvas de nivel tienen como fin mostrar el relieve de un terreno y son uno de los variados métodos que se utilizan para reflejar la forma tridimensional de la superficie terrestre en un mapa bidimensional.

Los detalles topográficos se deben tomar con el fin de obtener curvas de nivel que deben ir equidistantes a cada 50 cm. la cual servirá para determinar las elevaciones de cada crucero de la red de agua potable y que indiquen exactamente la altimetría del terreno así como la ubicación de las calles, zonas suburbanas de desarrollo futuro, patios, solares en donde existan cambios de pendiente, zanjas, etc.

En nuestro caso se antes de generar curvas de nivel debe de producirse una triangulaciones entre los puntos X Y Z para que CIVIL CAD pueda calcular por interpolación las cunas de nivel a cada 50 cm. Sin embargo siempre debe atenderse la petición del ingeniero proyectista de la red para

obviar o incluir las consideraciones en cuanto al nivel de detalle que deba realizarse en la topografía.

Figura 11: Curvas De Nivel Del Área De Estudio



Fuente: Elaboración Propia

PLANOS DE APOYO

Planos topográficos

Plano topográfico actualizado, escala 1:1.000 ó 1:2,000. Dependiendo del tamaño de la localidad, con información producto de nivelación directa. El plano debe tener cunas de nivel equidistantes a un metro y elevaciones de terreno en cruceros y puntos notables entre cruceros, como puntos bajos, puntos altos, cambios de dirección o pendiente.

Plano de pavimentos y baile/netas

Debe anotarse su tipo y estado de conservación, además, indicar la profundidad del nivel freático, clasificación del terreno en porcentajes del tipo de material por excavar, localizando los sondeos efectuados.

Plano actualizado de la red

En el caso que se vaya a desarrollar una ampliación o una rehabilitación de una red existente, se debe indicar la longitud de los tramos de tuberías, sus diámetros, el material de que están construidas, estado de conservación,

elevaciones de los brocales y plantillas de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita, identificar las obras accesorias de la red. Las estructuras de descarga actual, los sitios de vertido y el uso final de las aguas residuales.

Plano de agua potable

Información de las áreas con servicio actual de agua potable y de las futuras ampliaciones, con sus programas de construcción; así como las densidades de población y dotaciones para cada una de las etapas de proyecto consideradas.

Planos de uso actual del suelo

Se deben localizar las diferentes zonas habitacionales con sus diferentes densidades de población, las zonas comerciales, las zonas industriales, las zonas públicas y las áreas verdes.

Plano predial

Se debe definir el número de lotes, su forma y la vialidad a donde pueden descargar las aguas residuales.

7.5.1.3. CÁLCULOS PREVIOS AL MODELADO

Tabla 07: Datos del Proyecto

Numero de Lotes	53 Lotes
Densidad de Población	5 Hab./Lote
Población empadronada	265 Hab.
Dotación	220 Lts./Hab./ Día
Aportación	80%
Long. Total de la Red	492.91 m

Fuente: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA Y DOTACIÓN DE AGUA

Para realizar el diseño de redes de alcantarillado se debe contar con la información explicada en capítulos anteriores.

Se estimó la población futura del lugar en análisis aplicando el método analítico. Para poder aplicar esta ecuación, es necesario contar con el valor de la tasa de crecimiento “r”. Los datos a utilizar serán los obtenidos de los

censos de 1993 y 2007 para la ciudad de Yurimaguas que brinda el INEI según tabla 07.

Tabla 08: Calculo de la tasa de crecimiento "r"

CENSO	POBLACION (Habitantes)
1,972	**17,268**
1,981	**22,902**
1,993	**30,658**
2,007	**45,348**

Fuente: INEI

Tasa de Crecimiento "r"

$$r = \frac{(P_{ii} - P_i)x100}{P_i(Año_{ii} - Año_i)}$$

Donde:

Año $_i$ = 1993
Año $_{ii}$ = 2007
P_i = 30,658
P_{ii} = 45,348

Reemplazando en "r" tenemos: ***r = 3.42 %***

Población futura P_f

$$P_f = P_o(1 + \frac{r\,t}{100})$$

Donde:

t = 20 años (Periodo de diseño)
r = 3.42
P_o = 265 (Según empadronamiento)

Reemplazando en P_f tenemos: ***P_f = 446 Habitantes***

Con respecto a la dotación de agua, se asumirá una dotación de **220 litros/hab./día** (ver ítem 2.2.5.3) que abastecerá el lugar de estudio.

CALCULO DEL CAUDAL MEDIO, MÍNIMO Y MAXIMO HORARIO

De acuerdo a la dotación de agua asumida en el punto anterior se procederá a calcular el caudal promedio diario anual (Q_{med}) necesario. Aplicando la ecuación (4)

$$Q_{med} = \frac{C\ x\ P\ x\ Dot}{86400}$$

Donde:

C = 80%
P = 446
Dot = 220 l/hab/dia

Reemplazando en Q_{med} tenemos: ***Q_{med} = 0.91 l/s***

En los proyectos generalmente se considera como gasto mínimo la mitad del gasto medio, de acuerdo a la siguiente expresión que generalmente se utiliza para calcular el valor del gasto mínimo es:

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

Reemplazando en Q_{min} tenemos: ***Q_{min} = 0.45 l/s***

Utilizando las ecuaciones (1) y (5), se determinó el Caudal Máximo Horario (Q_{mh}) igual a 14.46 L/s (caudal a utilizar).

$$Q_{mh} = KQ_{med}$$

Donde:

$$K = 1 + \frac{14}{4+\sqrt{P}} = 3.80 \quad \text{Coeficiente de Harmon}$$

Reemplazando en Q_{mh} tenemos: ***Q_{mh} = 3.45 l/s***

CALCULO DEL CAUDAL DE INFILTRACIÓN Y CONECCIONES HERRADAS

Para el caudal de infiltración se tomara en cuenta la tabla 03 según el tipo de tubería, unión y presencia de napa freática del terreno:

Q_i = 0.15 L/s/km

Para el caudal por conexiones erradas puede ser del 10% al 20% del caudal máximo horario de aguas residuales. Para nuestro caso se utilizara un promedio (15%)

Q_e = 0.15 Q_{mh} → Q_e = 0.518 L/s

CAUDAL DE DISEÑO

Según la ecuación (6) se tiene:

$$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_e$$

Finalmente, de las consideraciones tomadas de las normas OS.070 y OS.100 y de todo lo expuesto en los capítulos anteriores, la red de Alcantarillado se diseñará considerando las siguientes características:

- ✓ El valor mínimo del caudal a considerar, será de 1.5 L/s.
- ✓ Los diámetros nominales a considerar no deben ser menores de 100 mm.
- ✓ La máxima pendiente admisible es la que corresponde a una velocidad final Vf = 5 m/s.
- ✓ La altura de la lámina de agua debe ser siempre calculada admitiendo un régimen de flujo uniforme y permanente, siendo el valor máximo para el caudal final igual o inferior a 75% del diámetro del colector.
- ✓ Se considerará una contribución de excretas por digestión seca, por habitante y por día de 0.20 kg.

7.5.1.4. INGRESO DE DATOS Y PROCESAMIENTO EN EL SOFTWARE CIVILCAD

A) Se inicia el trabajo con el CivilCAD 2017

Figura 12: Iniciando el Software

B) Se muestra los módulos que posee el CivilCAD 2017

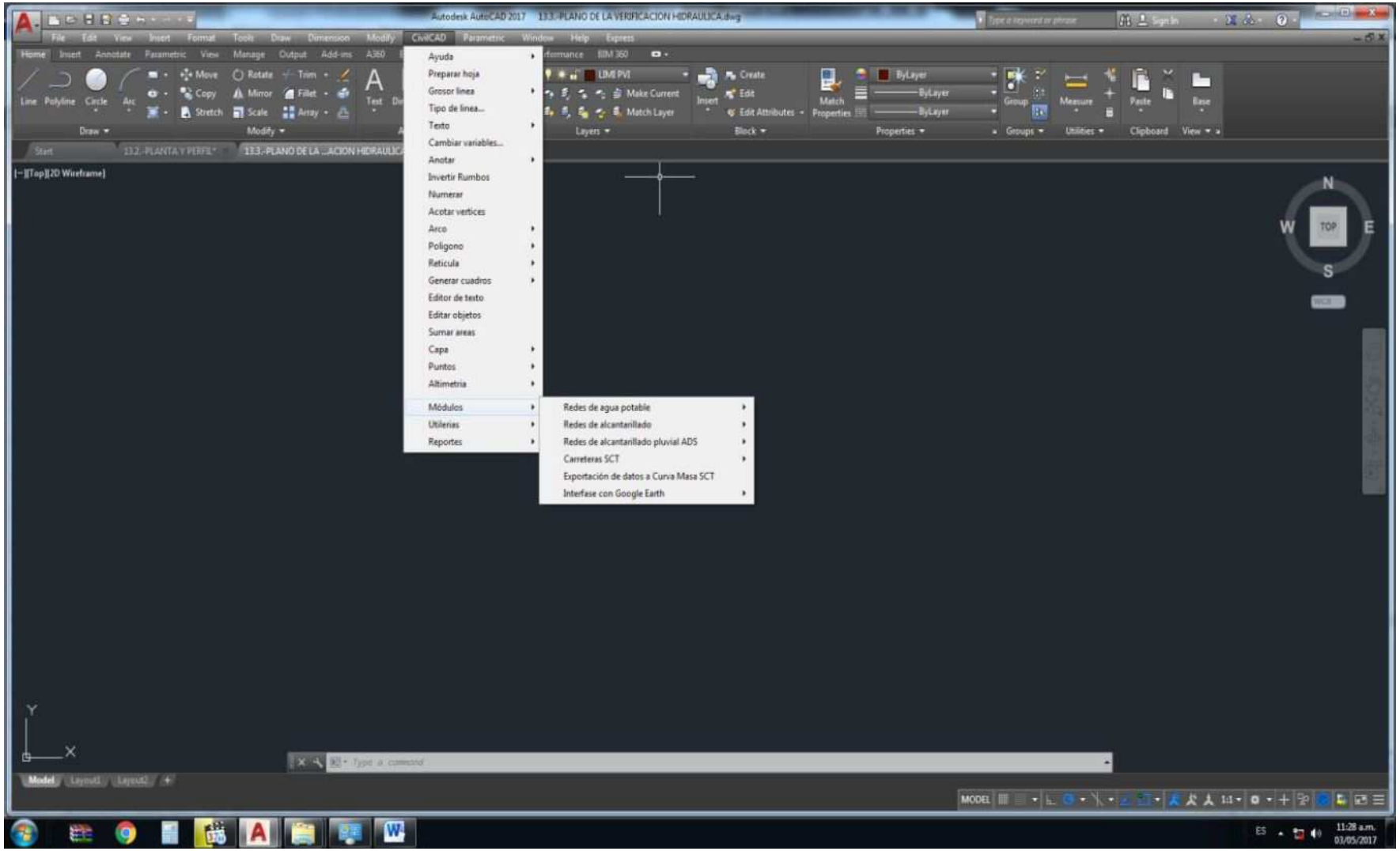


Figura 13: Abriendo el Programa CivilCad

C) Se separa la red de alcantarillado a verificar para luego reconocer en el CivilCad

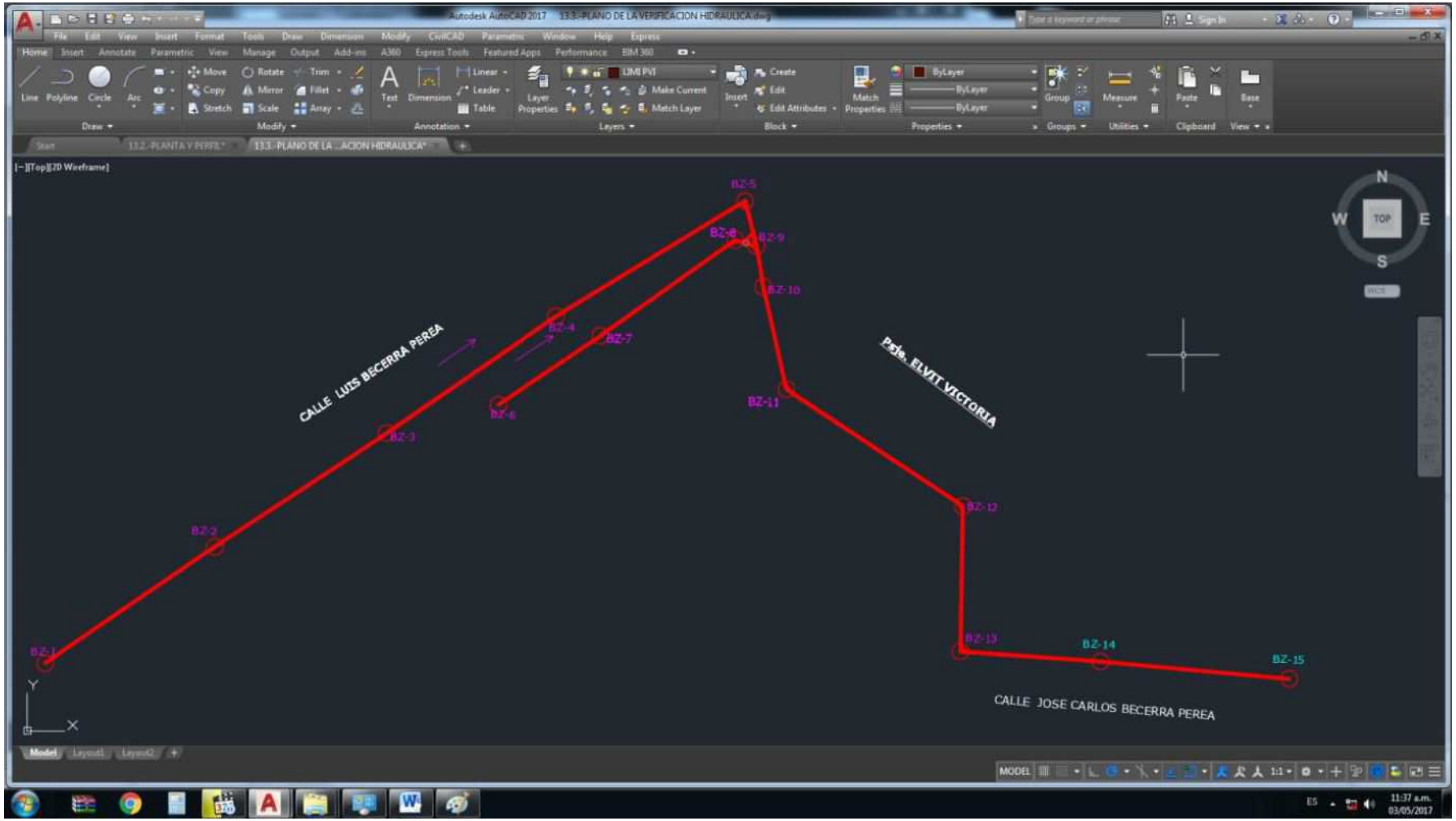


Figura 14: Red de Alcantarillado

D) Se procede al reconocimiento al programa de la red diseñar: CivilCAD → Módulos → Redes de Alcantarillado → Circuitos → Reconocer

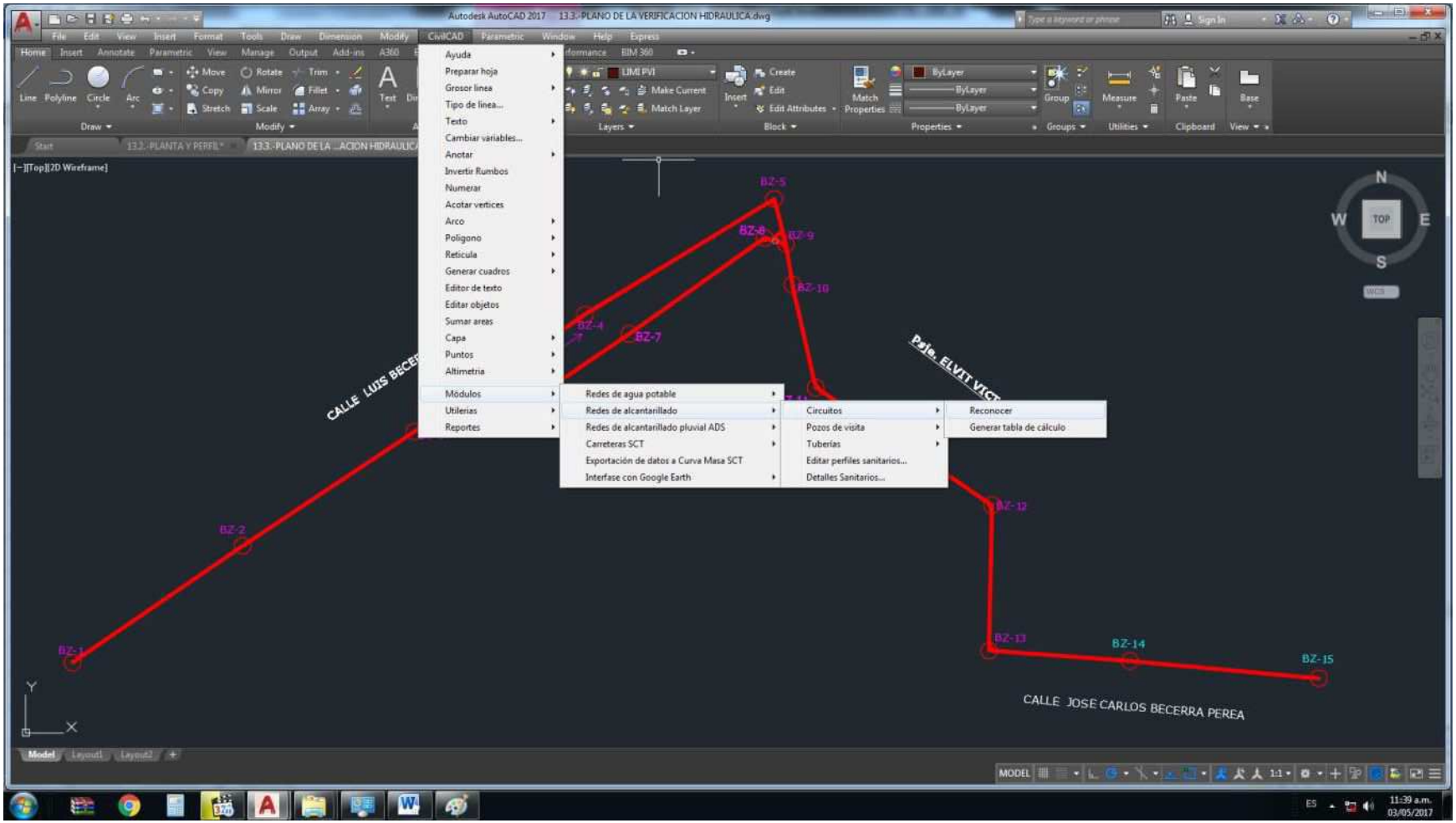


Figura 15: Reconocimiento del Programa

Se ingresan los datos que pide la pantalla.

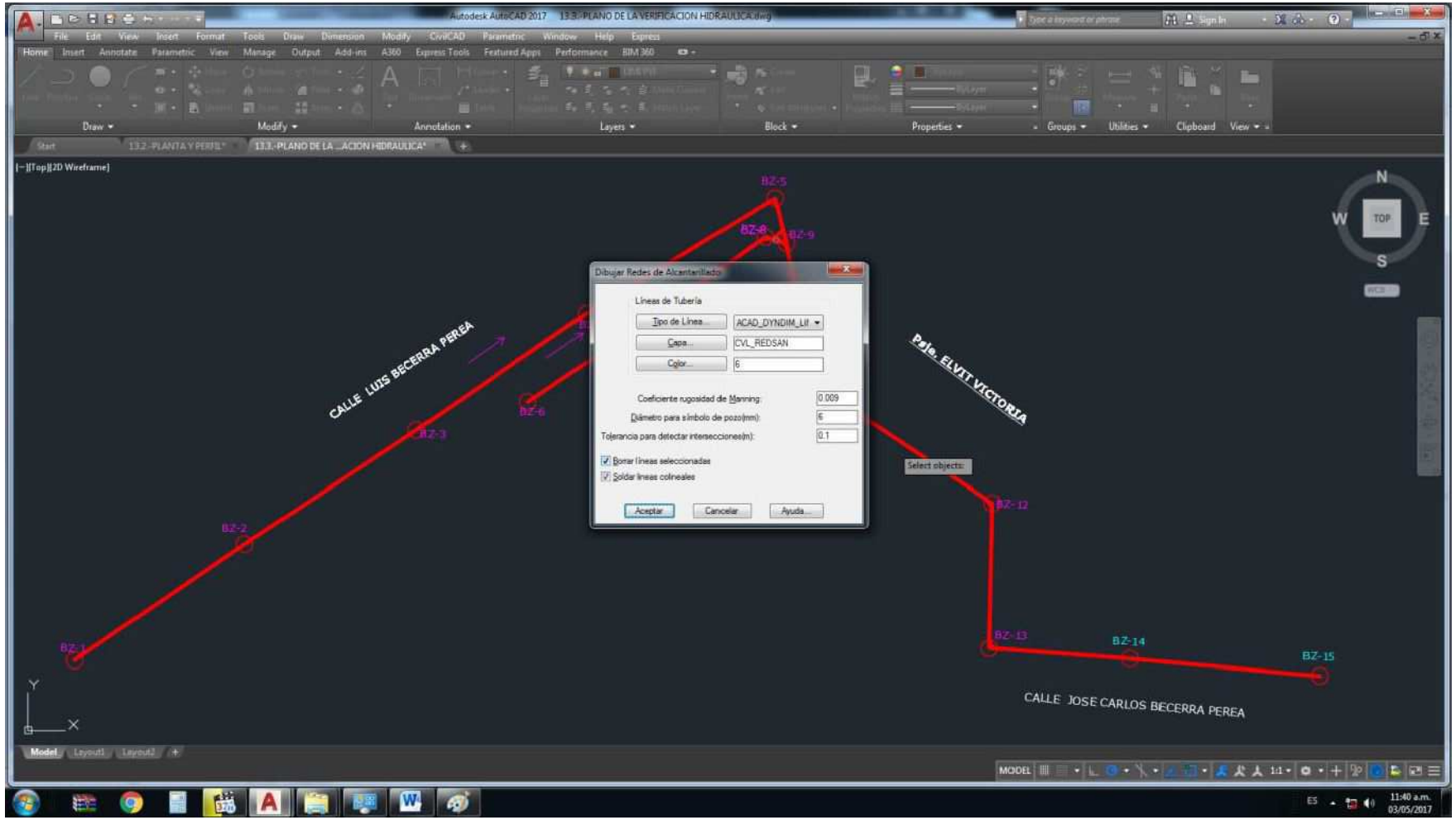


Figura 16: Ingresando los Datos

E) Se empieza a numerar los buzones proyectados: CivilCAD → Módulos → Redes de Alcantarillado → Pozos de Visita → Numerar

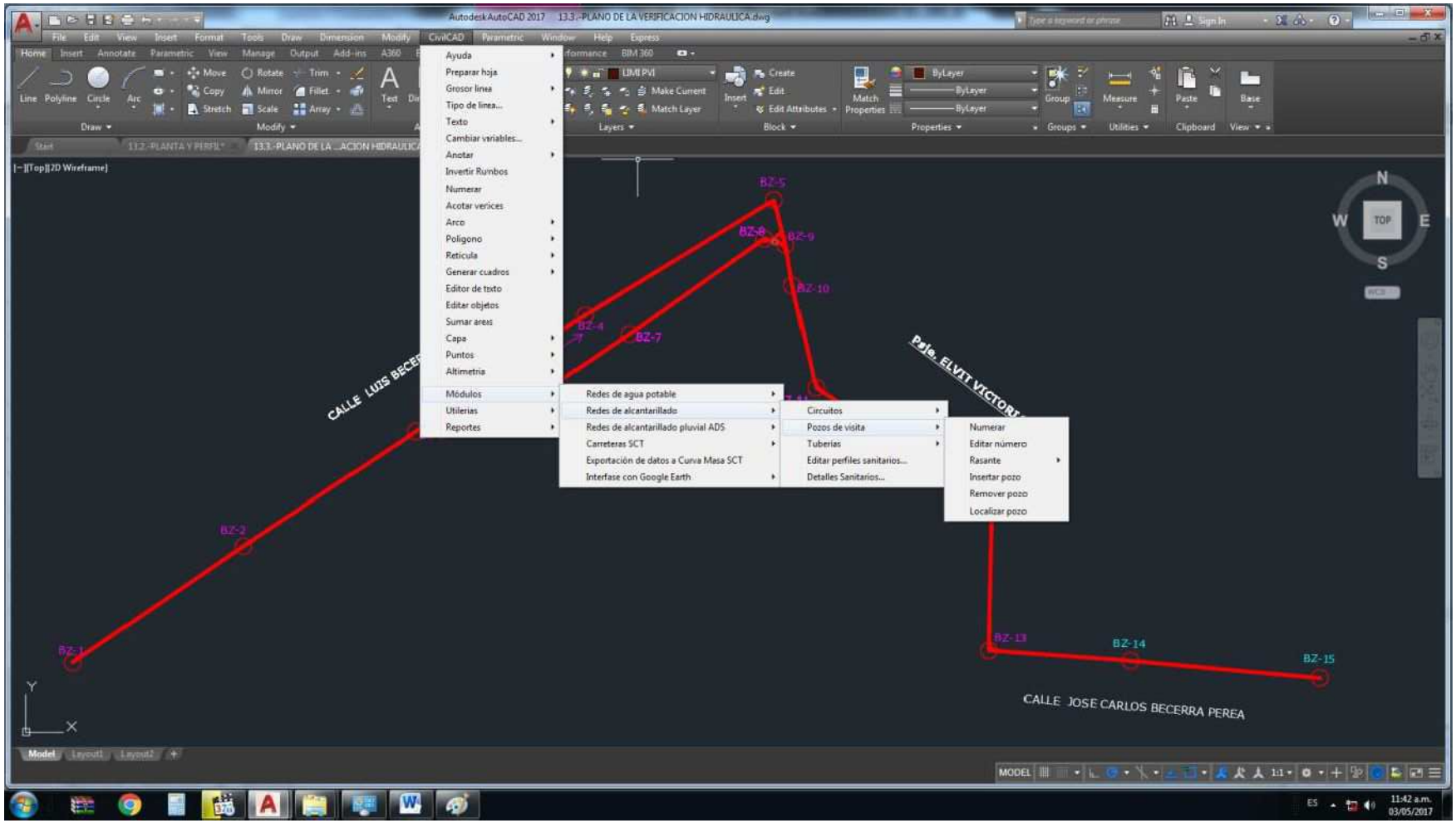


Figura 17: Numeración de Buzones

Se numera los buzones correspondientes para una secuencia en lo plasmado en la red de alcantarillado, y para los que no se asemejan solo se cambia de numeración.

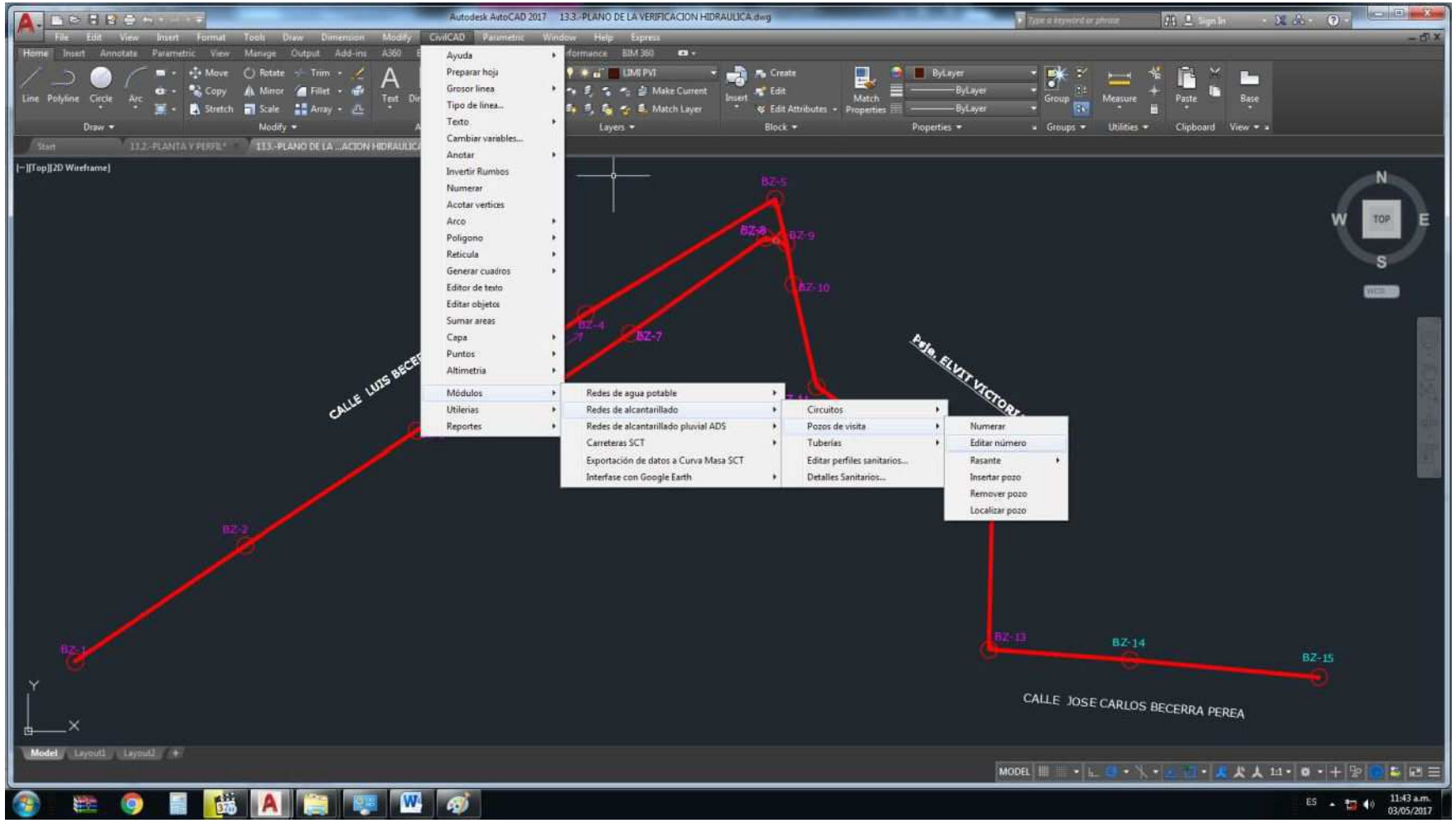


Figura 18: Buzones Enumerados

F) Se ingresa la cota del terreno o sea la cota de la tapa (CT), el programa lo interpreta como la rasante:

CivilCAD → Módulos → Redes de Alcantarillado → Pozos de Visita → Rasante → Indicar

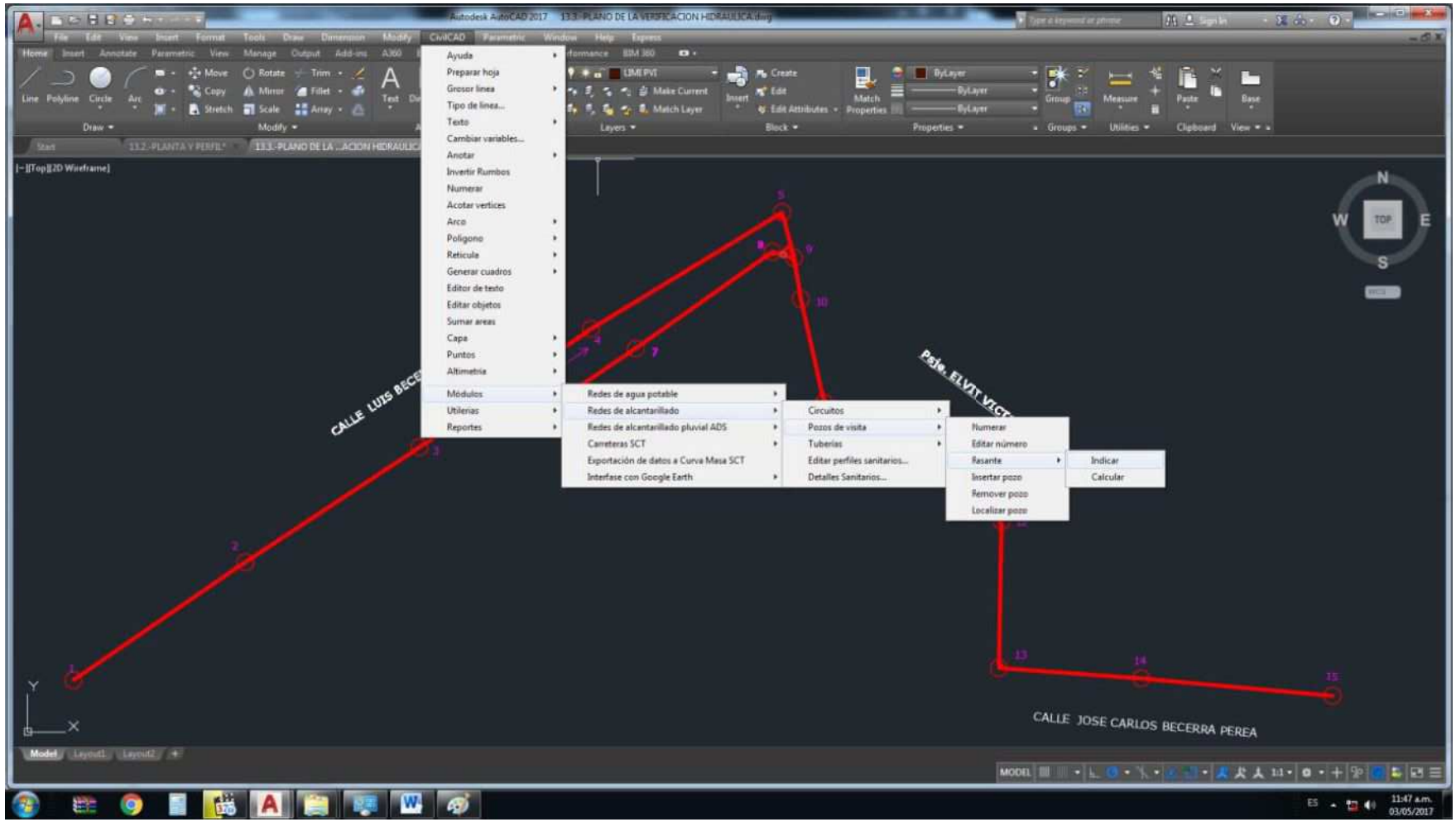


Figura 19: Ingreso de Cota de Terreno

G) Se ingresa el sentido del flujo en la red de alcantarillado a verificar:

CivilCAD → Módulos → Redes de Alcantarillado → Tuberías → Indicar → Flujo

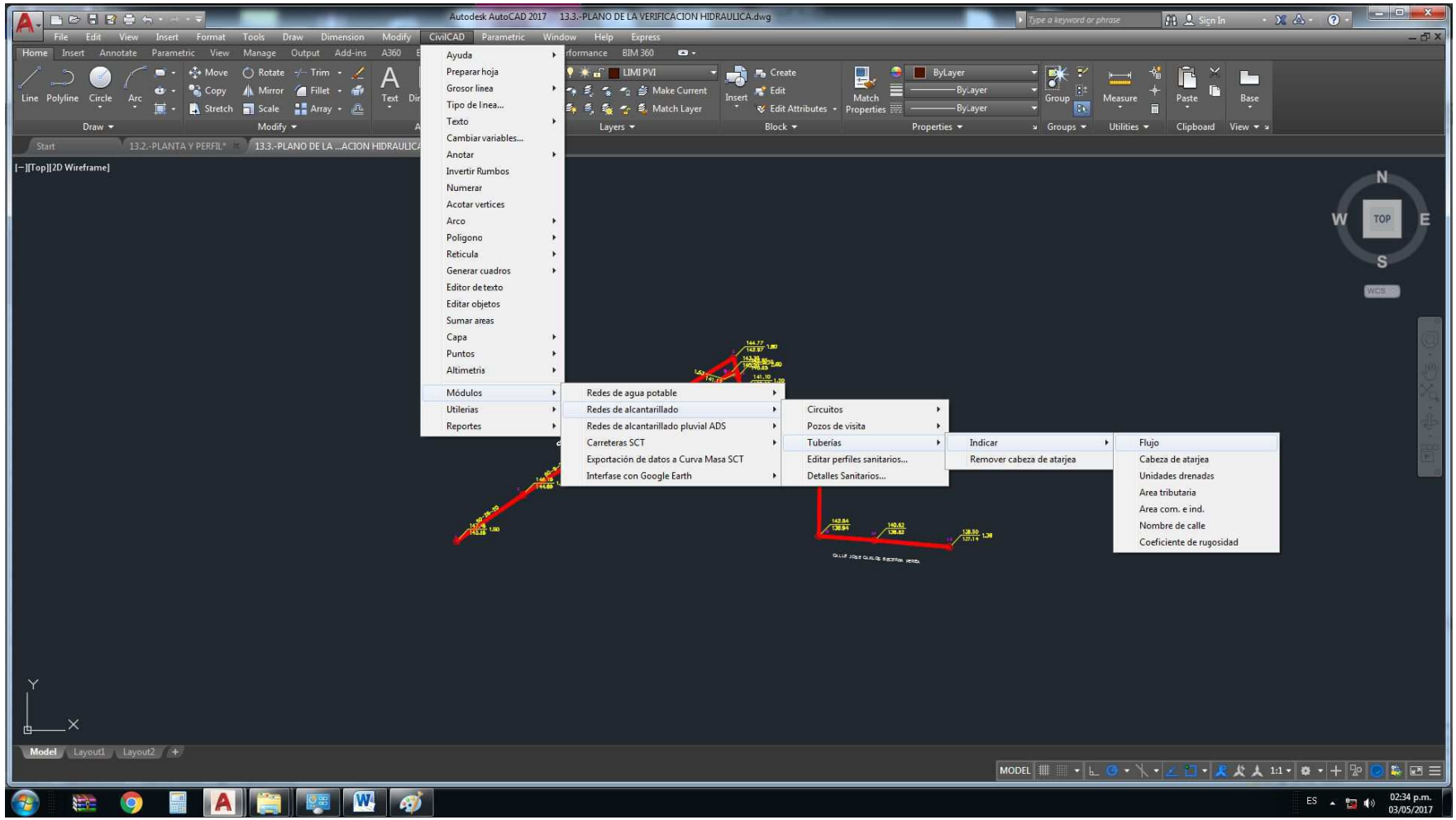


Figura 20: Ingreso del Sentido del flujo

Ingresar el comando I, si el sentido de flujo está en la dirección incorrecta:

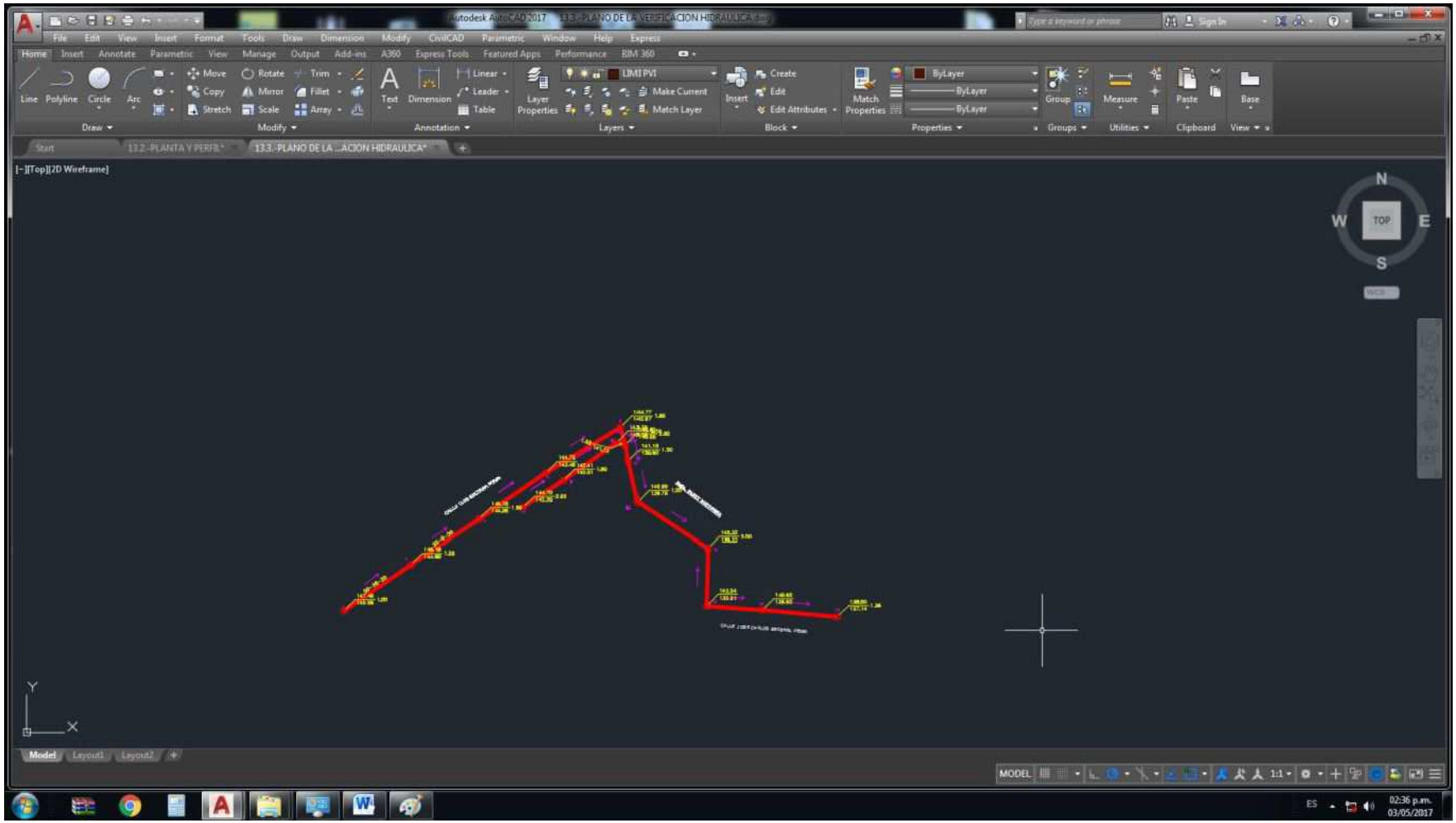


Figura 21: Vista del Sentido de Flujo

H) Después se procesa para que programa empiece a reconocer los datos ingresados: CivilCAD → Módulos → Redes de Alcantarillado → Circuitos → Generar Tabla de Calculo

Se procesa y se cierra pues los resultados brindados aun no son los correctos.

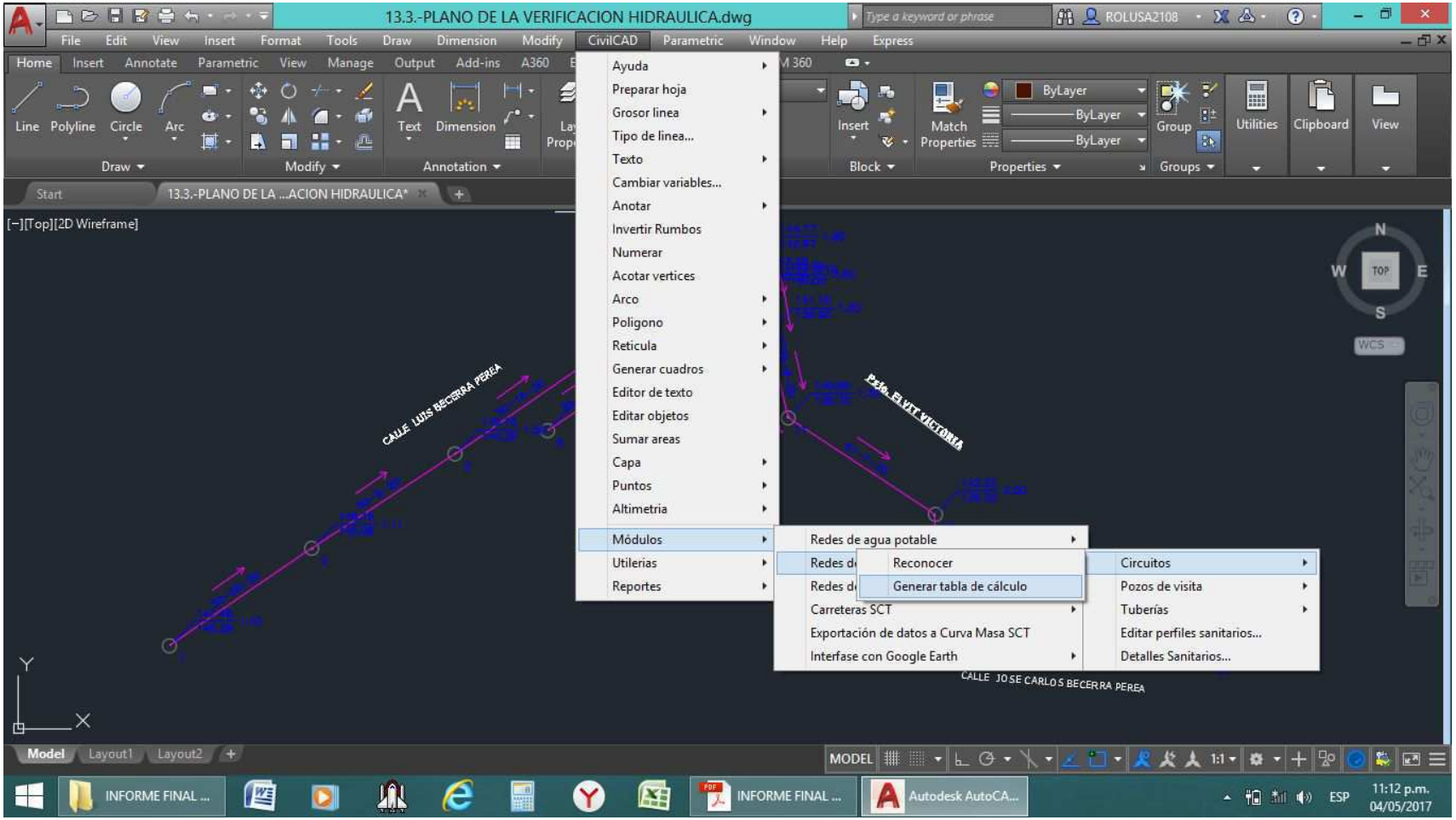


Figura 22: Procesamiento del Programa

l) Ahora se procede a ingresar los datos de la cota de fondo y las alturas de buzones en el programa mediante la siguiente secuencia:

CivilCAD → Módulos → Redes de Alcantarillado → Editar Perfiles Sanitarios

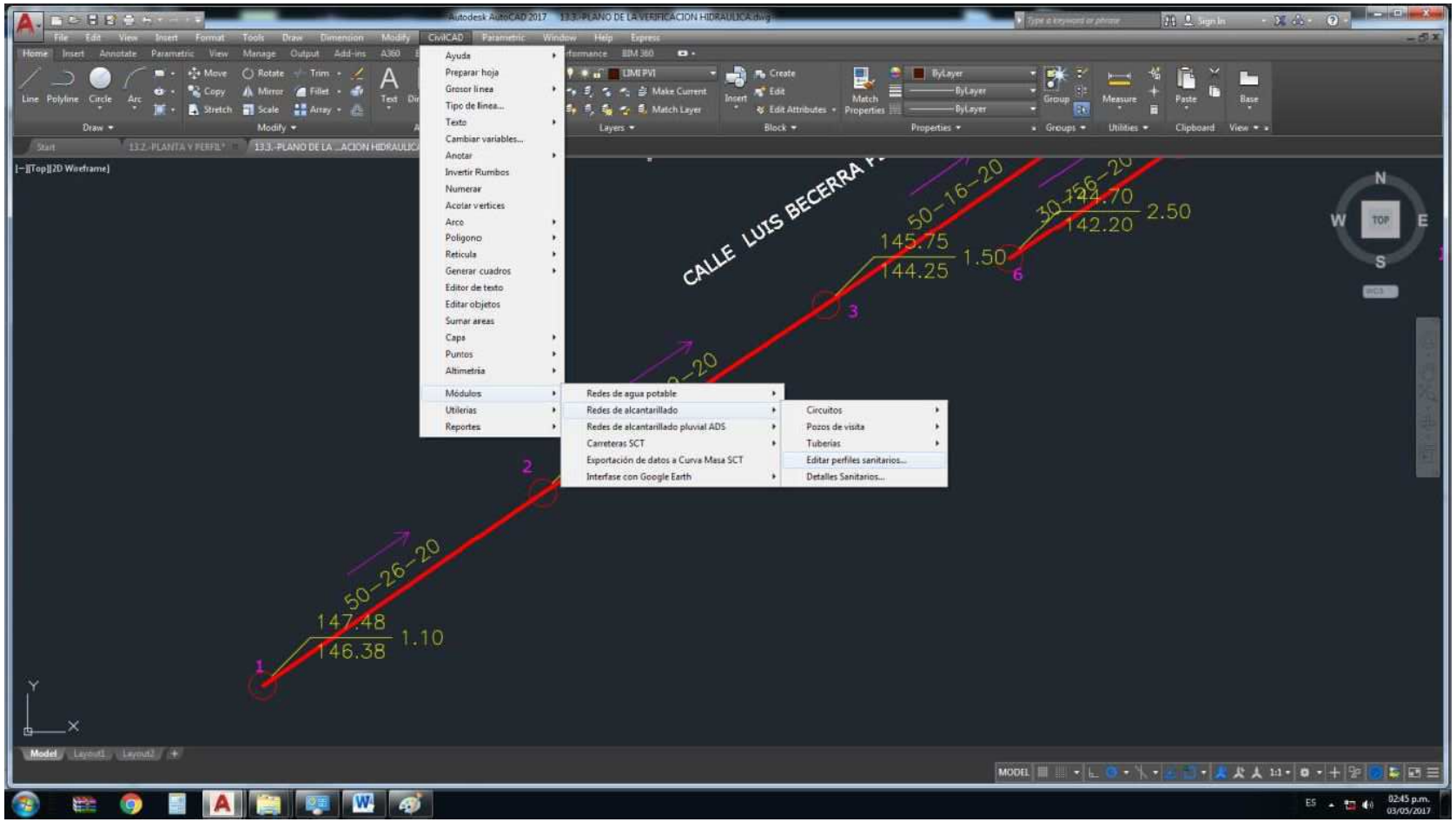


Figura 23: Ingreso de la Cota de Fondo

Se ingresan los datos de los planos donde se ha plasmado la red de alcantarillado y a la vez el diámetro de la tubería que le pertenece a cada tramo. En nuestro caso toda la red es de Tubería PVC - UF 200mm (8”). Se procede el ingreso de cada tramo (entre buzón y buzón).

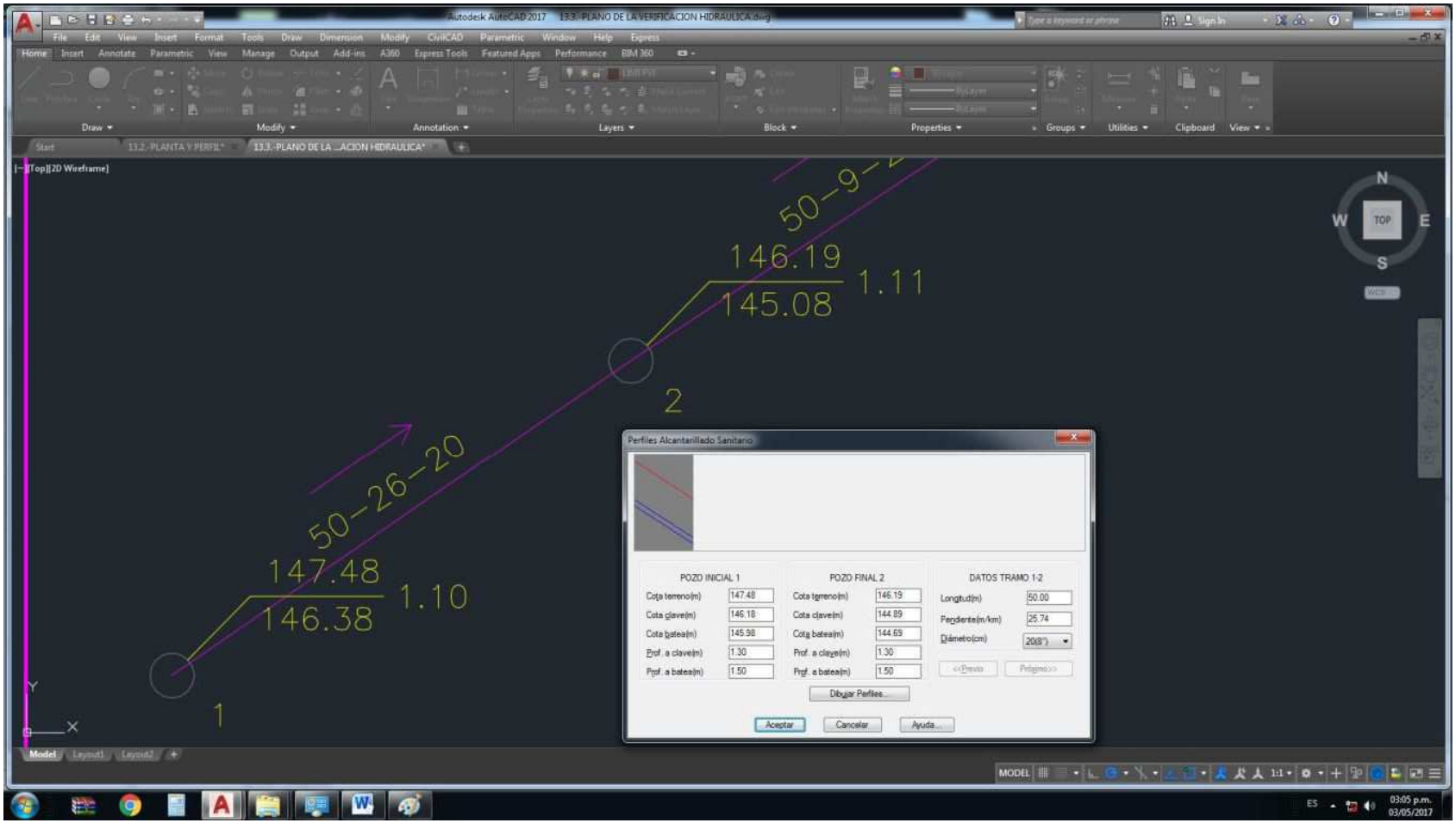


Figura 24: Ingresando Características de la Tubería

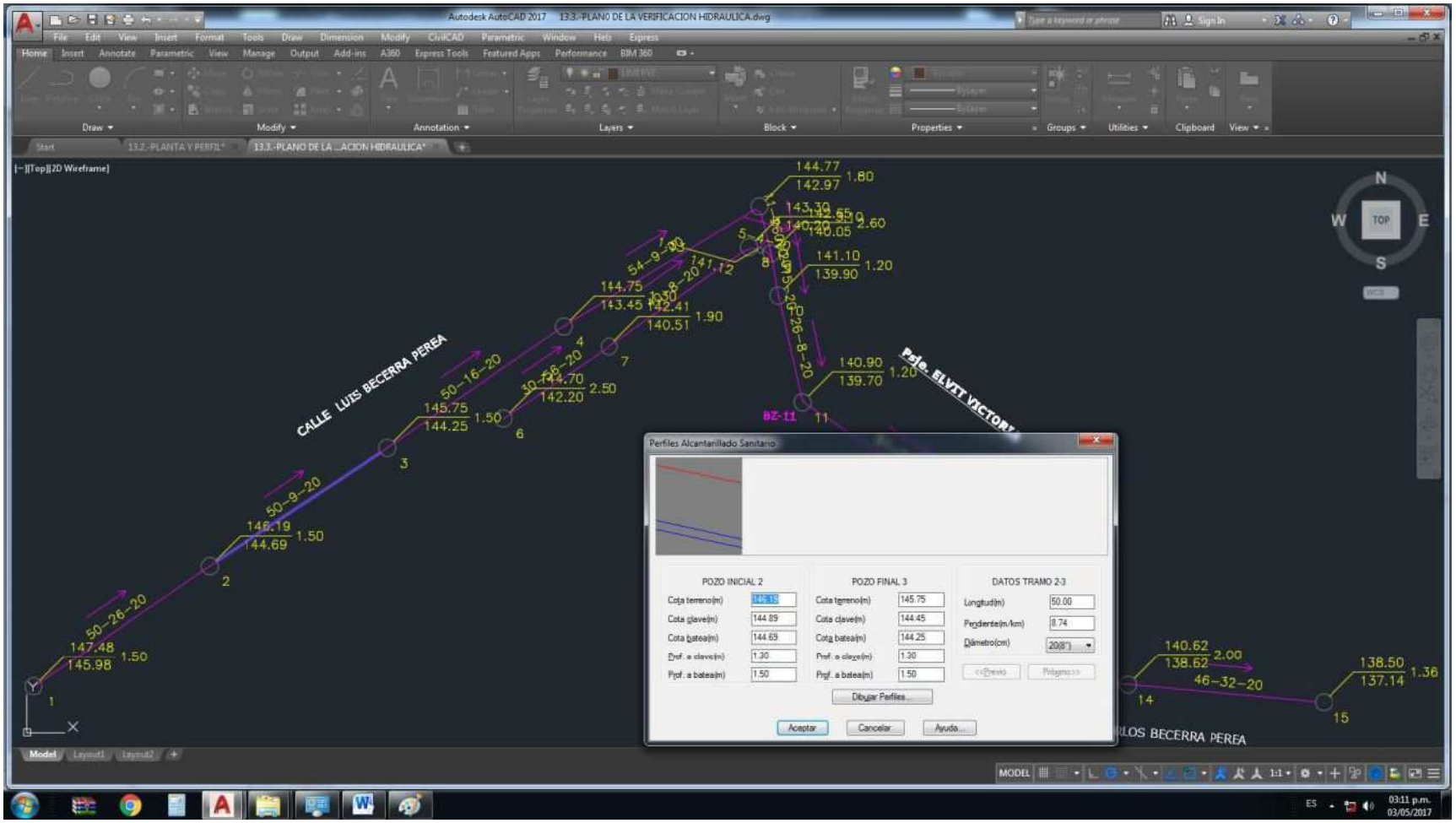


Figura 25: Ingresando Características de la Tubería

J) Todos los datos de campo proyectados en los planos ya están ingresados en la red de alcantarillado, ahora se procede a la verificación de la red con el Software CivilCad 2017 si cumple hidráulicamente:

CivilCAD → Módulos → Redes de Alcantarillado → Circuitos → Generar Tabla de Calculo

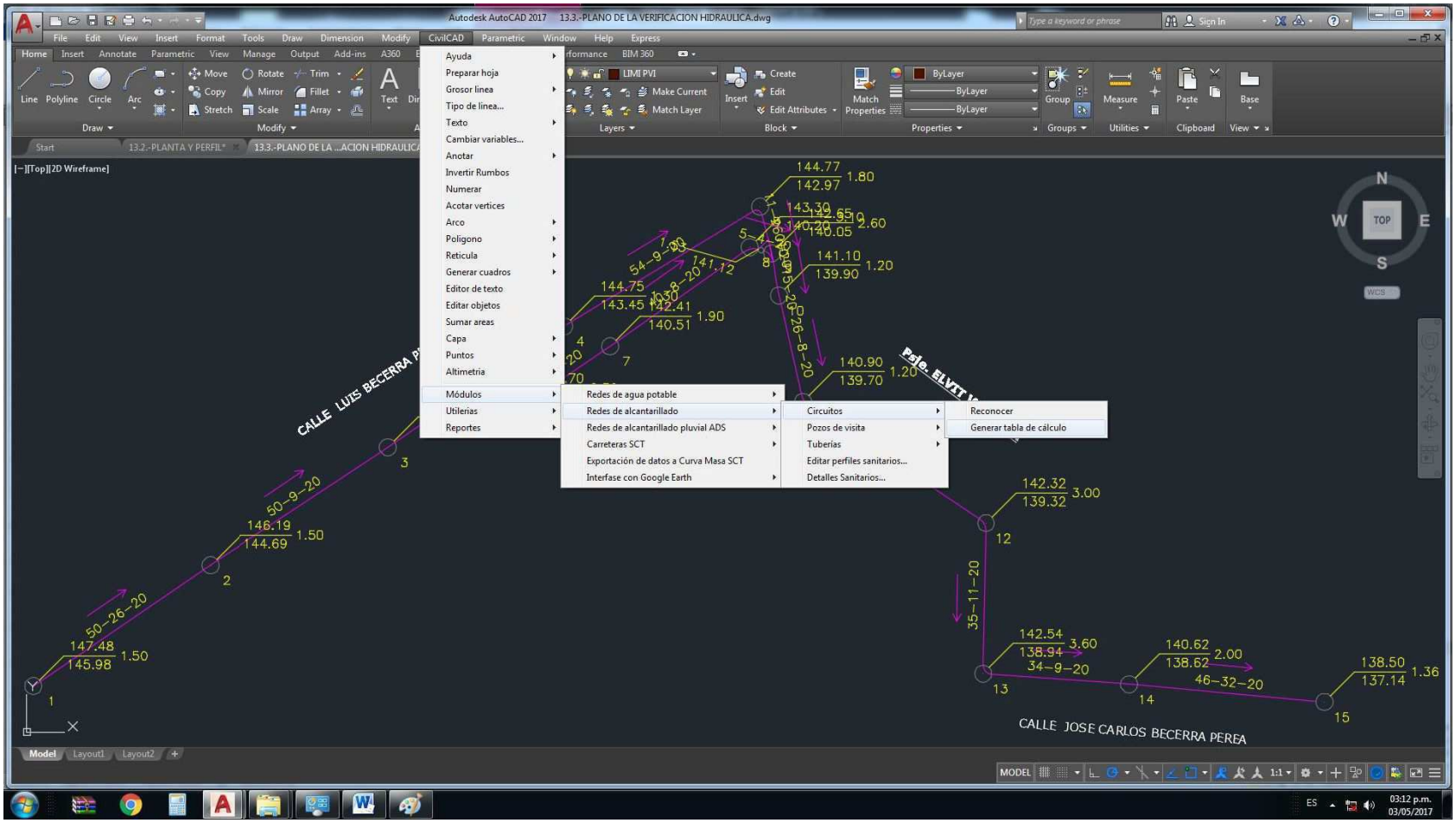


Figura 26: Ingreso de Datos de la Red de Alcantarillado

Se procede a ingresar datos al programa para el cálculo de la red:

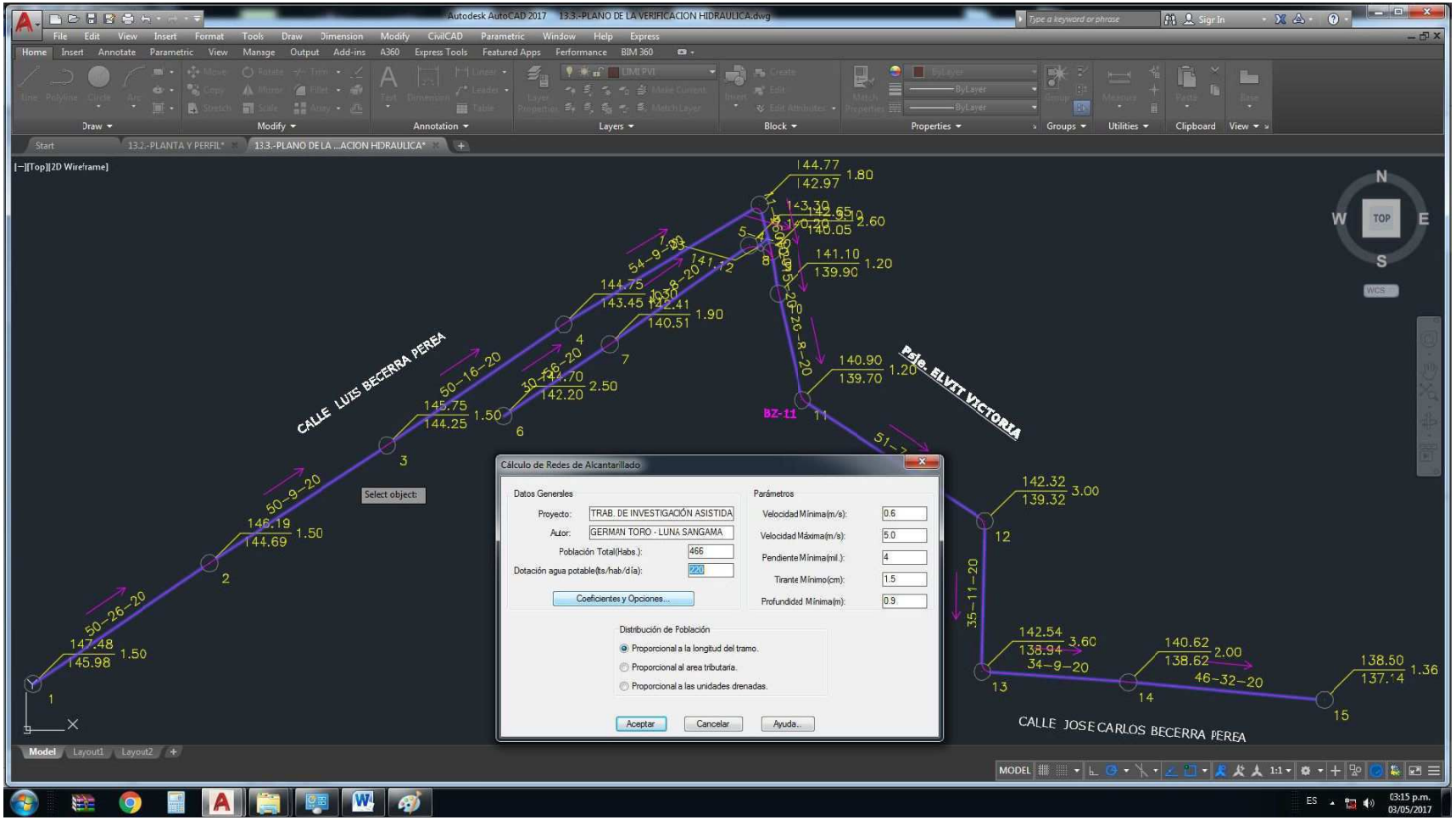


Figura 27: Calculo de la Red de Alcantarillado

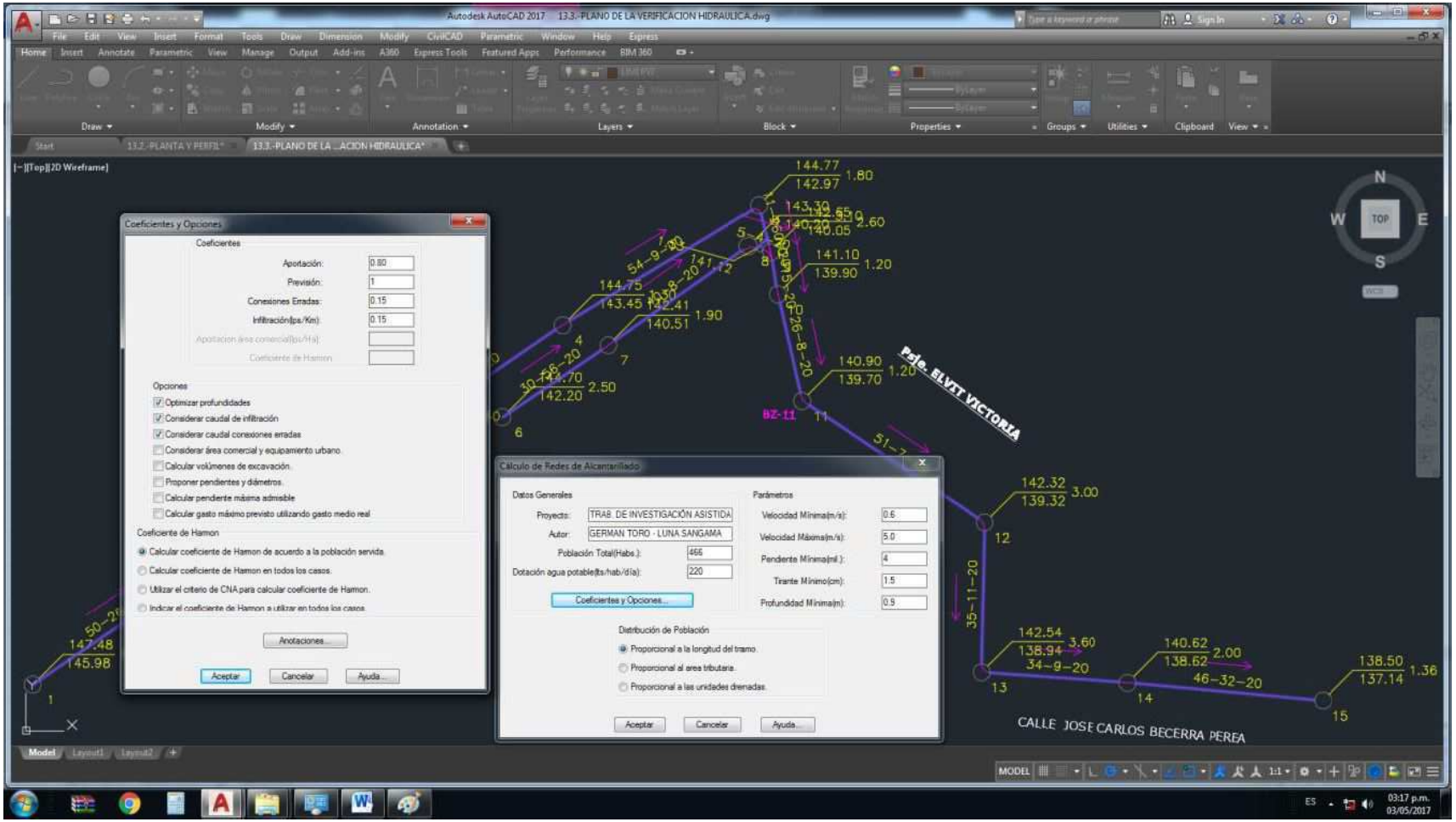


Figura N° 2: Calculo de la Red de Alcantarillado

K) Genera los resultados de la red lista para poder interpretar y mencionar si el diseño es correcto.

Tabla 09: Tabla de Resultados Obtenidos

SpreadsheetGear Workbook Designer - [C:\Users\Admin\AppData\Local\Temp\$VL~~008]

File Edit View Insert Format Tools Data Windows Help

A1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1				HABITACIONAL			Coef. Previsión = 1.00					
2				POBLACION =	466 Hab		Coef. Harmon =3.80					
3				DENSIDAD POBLACION =	0.95 Hab/m		Long. total red = 492.91m					
4				DOTACION =	220 l/Hab/Día		Infiltración = 0.15 lps/Km					
5				APORTACION =	176 l/Hab/Día		Conexiones Erradas = 0.15					
6				Qmin =	0.47 lps		GASTO MINIMO = 0.47 lps					
7				Qmed =	0.95 lps		GASTO MEDIO = 0.95 lps					
8				Qmax inst =	3.61 lps		GASTO MAX. INST. = 3.61 lps					
9				Qmax prev =	3.61 lps		GASTO MAX. PREV. = 3.61 lps					
10	NOMBRE DE LA CALLE	TRAMO	LONGITUD(m)			POBLACION	COEF. HARMON	GASTOS(lps)				
11			Tramo	Tributaria	Total			Qmed	Qmin	Conexiones Erradas	Infiltración	QMax Prev
12		1-2	50	0	50	47	3.800	1.500	1.500	0.052	0.008	5.760
13		2-3	50	50	100	95	3.800	1.500	1.500	0.105	0.015	5.820
14		3-4	50	100	150	142	3.800	1.500	1.500	0.158	0.023	5.881
15		6-7	30	0	30	28	3.800	1.500	1.500	0.032	0.005	5.737
16		4-5	54	150	204	193	3.800	1.500	1.500	0.214	0.031	5.945
17		7-8	40	30	70	66	3.800	1.500	1.500	0.074	0.011	5.785
18		8-9	5	70	75	71	3.800	1.500	1.500	0.079	0.011	5.790
19		5-9	11	204	215	203	3.800	1.500	1.500	0.226	0.032	5.958
20		9-10	10	291	301	284	3.800	1.500	1.500	0.316	0.045	6.061
21		10-11	26	301	326	308	3.800	1.500	1.500	0.342	0.049	6.091
22		11-12	51	326	377	357	3.800	1.500	1.500	0.396	0.057	6.153
23		12-13	35	377	413	390	3.800	1.500	1.500	0.433	0.062	6.195
24		13-14	34	413	447	422	3.800	1.500	1.500	0.469	0.067	6.236
25		14-15	46	447	493	466	3.800	1.500	1.500	0.518	0.074	6.292

Fuente: Elaboración Propia

7.5.2. ANÁLISIS DE DATOS

Se realizó empleando el análisis de contenido descriptivo: Población, Densidad Poblacional y Dotación.

VIII. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos de la recolección, análisis y procesamiento de los datos de la investigación.

8.1. VERIFICACION DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

Obtención del caudal y pendientes en cada tramo de la red, así como las cotas del terreno que se ingresó.

HABITACIONAL	Coef. Previsión = 1.00
POBLACION = 446 Hab	Coef. Harmon =3.80
DENSIDAD POBLACION = 0.90 Hab/m	Long. total red = 492.91m
DOTACION = 220 l/Hab/Día	Infiltración = 0.15 lps/Km
APORTACION = 176 l/Hab/Día	Conexiones Erradas = 0.15
Qmin = 0.45 lps	GASTO MINIMO = 0.45 lps
Qmed = 0.91 lps	GASTO MEDIO = 0.91 lps
Qmax inst = 3.45 lps	GASTO MAX. INST. = 3.45 lps
Qmax prev = 3.45 lps	GASTO MAX. PREV. = 3.45 lps

NOMBRE DE LA CALLE	TRAMO	LONGITUD(m)			POBLACION	COEF. HARMON	GASTOS(lps)					COTAS TERRENO(m)		PENDIENTE(m/km)	
		Tramo	Tributaria	Total			Qmed	Qmin	Conexiones Erradas	Infiltración	Qmax prev	Inicial	Final	Terreno	Propuesta
LUIS BECERRA PEREA	1-2	50	0	50	45	3.800	1.500	1.500	0.052	0.008	5.760	147.480	146.190	25.800	25.74
LUIS BECERRA PEREA	2-3	50	50	100	90	3.800	1.500	1.500	0.105	0.015	5.820	146.190	145.750	8.800	8.80
LUIS BECERRA PEREA	3-4	50	100	150	136	3.800	1.500	1.500	0.158	0.023	5.881	145.750	144.750	19.978	15.98
LUIS BECERRA PEREA	6-7	30	0	30	27	3.800	1.500	1.500	0.032	0.005	5.737	144.700	142.410	76.321	56.32
LUIS BECERRA PEREA	4-5	54	150	204	184	3.800	1.500	1.500	0.214	0.031	5.945	144.750	144.770	-0.372	8.94
LUIS BECERRA PEREA	7-8	40	30	70	63	3.800	1.500	1.500	0.074	0.011	5.785	142.410	143.300	-22.190	7.73
LUIS BECERRA PEREA	8-9	5	70	75	68	3.800	1.500	1.500	0.079	0.011	5.790	143.300	142.650	120.944	4.00
Psje. ELVIT VICTORIA	5-9	11	204	215	195	3.800	1.500	1.500	0.226	0.032	5.958	144.770	142.650	188.640	259.83
Psje. ELVIT VICTORIA	9-10	10	291	301	272	3.800	1.500	1.500	0.316	0.045	6.061	142.650	141.100	154.782	14.98
Psje. ELVIT VICTORIA	10-11	26	301	326	295	3.800	1.500	1.500	0.342	0.049	6.091	141.100	140.900	7.843	7.84
Psje. ELVIT VICTORIA	11-12	51	326	377	341	3.800	1.500	1.500	0.396	0.057	6.153	140.900	142.320	-27.628	7.39
Psje. ELVIT VICTORIA	12-13	35	377	413	373	3.800	1.500	1.500	0.433	0.062	6.195	142.320	142.540	-6.249	10.88
JOSE C. BECERRA P.	13-14	34	413	447	404	3.800	1.500	1.500	0.469	0.067	6.236	142.540	140.620	56.046	9.34
JOSE C. BECERRA P.	14-15	46	447	493	446	3.800	1.500	1.500	0.518	0.074	6.292	140.620	138.500	46.054	32.15

Tabla 10: Tabla de Verificación de Caudal, Pendiente y Cota de Terreno.

Se verifica el diámetro, coeficientes y los caudales a tubo lleno.

DIAMETRO			Coef. Rug. Manning	TUBO LLENO		RELACION DE GASTOS		RELACION VELOCIDAD		RELACION TIRANTES	
Cálculo (cm)	Comercial (cm)	Pulg.		Q_{ll} (lps)	V_{ll} (m/s)	Q_{min}/Q_{ll}	Q_{max}/Q_{ll}	V_{min}/V_{ll}	V_{max}/V_{ll}	y_{min}/D	y_{max}/D
7.982	20	8"	0.009	79.288	2.445	0.019	0.083	0.389	0.605	0.095	0.195
9.766	20	8"	0.009	46.363	1.430	0.032	0.142	0.458	0.708	0.123	0.254
8.736	20	8"	0.009	62.482	1.927	0.024	0.105	0.418	0.649	0.107	0.219
6.891	20	8"	0.009	117.297	3.617	0.013	0.056	0.346	0.539	0.079	0.161
9.746	20	8"	0.009	46.719	1.441	0.032	0.141	0.457	0.706	0.123	0.254
10.003	20	8"	0.009	43.452	1.340	0.035	0.151	0.467	0.721	0.127	0.263
11.319	20	8"	0.009	31.258	0.964	0.048	0.210	0.515	0.792	0.149	0.311
5.182	20	8"	0.009	251.929	7.769	0.006	0.026	0.274	0.429	0.055	0.111
8.854	20	8"	0.009	60.489	1.865	0.025	0.109	0.422	0.656	0.109	0.223
9.998	20	8"	0.009	43.770	1.350	0.034	0.151	0.466	0.720	0.127	0.263
10.114	20	8"	0.009	42.497	1.310	0.035	0.156	0.470	0.727	0.129	0.267
9.409	20	8"	0.009	51.562	1.590	0.029	0.128	0.443	0.688	0.117	0.242
9.685	20	8"	0.009	47.768	1.473	0.031	0.139	0.454	0.703	0.122	0.252
7.685	20	8"	0.009	88.621	2.733	0.017	0.075	0.377	0.587	0.091	0.185

Tabla 11: Tabla de Verificación de Diámetro, Coeficientes y Caudales

Se verifica las velocidades mínimas de 0.60m/s, velocidades máximos de 5m/s y las tensiones tractivas en todos los tramos de la red de alcantarillado.

VELOCIDAD (m/s)		TIRANTE (cm)		TENSIÓN TRACTIVA	COTA CLAVE (m)		COTA BATEA (m)		OBSERVACIONES
V_{min}	V_{max}	y_{min}	y_{max}	σ_t	Inicial	Final	Inicial	Final	
0.952	**1.479**	1.939	3.952	**6.035**	146.180	144.893	145.977	144.690	CUMPLE
0.654	**1.012**	2.505	5.168	**2.610**	144.893	144.453	144.690	144.250	CUMPLE
0.806	**1.251**	2.172	4.452	**4.165**	144.453	143.653	144.250	143.450	CUMPLE
1.251	**1.949**	1.610	3.262	**11.100**	142.403	140.713	142.200	140.510	CUMPLE
0.658	**1.018**	2.496	5.154	**2.644**	143.653	143.173	143.450	142.970	CUMPLE
0.625	**0.966**	2.584	5.338	**2.357**	140.713	140.403	140.510	140.200	CUMPLE
0.605	**0.763**	3.029	6.322	**1.404**	141.350	141.328	141.146	141.125	CUMPLE
2.131	**3.335**	1.124	2.262	**36.417**	143.173	140.253	142.970	140.050	CUMPLE
0.788	**1.223**	2.206	4.532	**3.965**	140.253	140.103	140.050	139.900	CUMPLE
0.628	**0.972**	2.575	5.334	**2.390**	140.103	139.903	139.900	139.700	CUMPLE
0.616	**0.952**	2.612	5.418	**2.283**	139.903	139.523	139.700	139.320	CUMPLE
0.705	**1.093**	2.381	4.916	**3.092**	139.523	139.140	139.320	138.937	CUMPLE
0.668	**1.036**	2.469	5.111	**2.744**	139.143	138.823	138.940	138.620	CUMPLE
1.029	**1.605**	1.839	3.761	**7.209**	138.823	137.343	138.620	137.140	CUMPLE

Tabla 12: Tabla de Verificación de Velocidad Mínima, Máxima y Tensión Tractiva.

IX. DISCUSIÓN

Se ha realizado la Verificación Hidráulica de la Red de Alcantarillado Sanitario en las Calles Luis Becerra, Elvit Victoria y José Carlos (Barrio Primavera) Mediante el Software CivilCad 2017, Distrito de Yurimaguas, Alto Amazonas, Loreto.

Obteniendo resultados favorables y cumpliendo con los parámetros de diseño solicitados en el RNE.

X. CONCLUSIONES

De acuerdo a la Norma OS.070 la Tensión Tractiva Media (σ_t) será verificado con un valor mínimo σ_t = 1,0 Pa en cualquier tramo de la red de alcantarillado sanitario; por lo tanto, al revisar este parámetro (ver Tabla 12) se concluye que el diseño cumple la normativa vigente al presentar una Tensión Tractiva mayor a la solicitada en la norma vigente.

La Norma OS.070 concerniente a redes de aguas residuales, establece los siguientes valores a considerar en el diseño de una red de alcantarillado: El caudal mínimo a considerar será de 1.5 l/s, la velocidad mínima será 0.6 m/s y la velocidad máxima será de 5 m/s. De acuerdo a los valores anteriores y los obtenidos en el diseño de la red de alcantarillado (ver Tabla 10 y Tabla 12) se puede apreciar que se cumple con la normativa vigente.

De acuerdo a la Norma OS.070 el diámetro mínimo para las tuberías (Ver tabla 02) de los colectores está en función a la distancia entre cámaras de inspección. De acuerdo a los valores obtenidos en el diseño de la red de alcantarillado (ver Tabla 11) se puede apreciar que se cumple con la normativa vigente.

A partir de los parámetros planteados por la Norma O.S.0.100 del Reglamento Nacional de Edificaciones 2013, se determinaron datos como periodo de diseño, población, dotación de agua, caudal de contribución de alcantarillado, caudal de infiltración y caudal por conexiones herradas.

La verificación de la red de alcantarillado sanitario realizó por medio del Software CivilCAD 2017, el cual contempla en su gran parte las exigencias y especificaciones dadas en la normatividad vigente.

La realización del presente Trabajo de Investigación Asistida permitió la complementación de los procesos teóricos adquiridos como estudiantes durante el proceso de formación en el Curso de complementación de ingeniería civil de la Universidad Científica del Perú, con el desarrollo práctico, y un enfoque de extensión a la comunidad.

XI. RECOMENDACIONES

Diseñar la red de alcantarillado sanitario mediante el uso del software CivilCAD 2017 permite disminuir las deficiencias que se presentan a menudo en proyectos similares las cuales implican problemas de pendientes y desfogue de excretas generando el mal funcionamiento de las redes ejecutadas.

La enseñanza y difusión del uso de los softwares para el diseño de las redes alcantarillado sanitario permitirá reducir el tiempo en los diseños, debido a que disminuye el tiempo de los procesos iterativos propios del diseño; y a la vez permitirá evaluar diferentes alternativas como el recorrido y el material a utilizar para determinar la red más eficiente y económica.

Realizar las verificaciones hidráulicas de los proyectos de saneamiento antes de su ejecución para un buen funcionamiento de esta y evitar problemas a futuro.

Seguir explícitamente los planos entregados con los diseños respectivos para la construcción de las redes.

Los mantenimientos de las redes se deben realizar periódicamente por personal capacitado designado por la empresa prestadora de servicios de agua y saneamiento - EPS.

XII. BIBLIOGRAFIA

Abastecimiento de agua y alcantarillado. Vierendel, Lima 2009

Agua potable para poblaciones rurales - Sistema de abastecimiento por gravedad - Roger Agüero Pittman - Asociación de Servicios Rurales (SER), Lima 1997.

Lineamientos Técnicos para Factibilidades, SIAPA - CAP. 3 ALCANTARILLADO SANITARIO Febrero 2014.

Diseño de Acueductos y Alcantarillados, Ricardo Alfredo López Cualla.

Manual del Software CivilCAD 2017, www.arqcom.com.mx

Reglamento Nacional de Edificaciones – OS. 070, OS. 100

Guías para el Diseño de Tecnologías de Alcantarillado, LIMA 2005

Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. UPAO , Trujillo 2014

Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. UPC, LIMA 2014

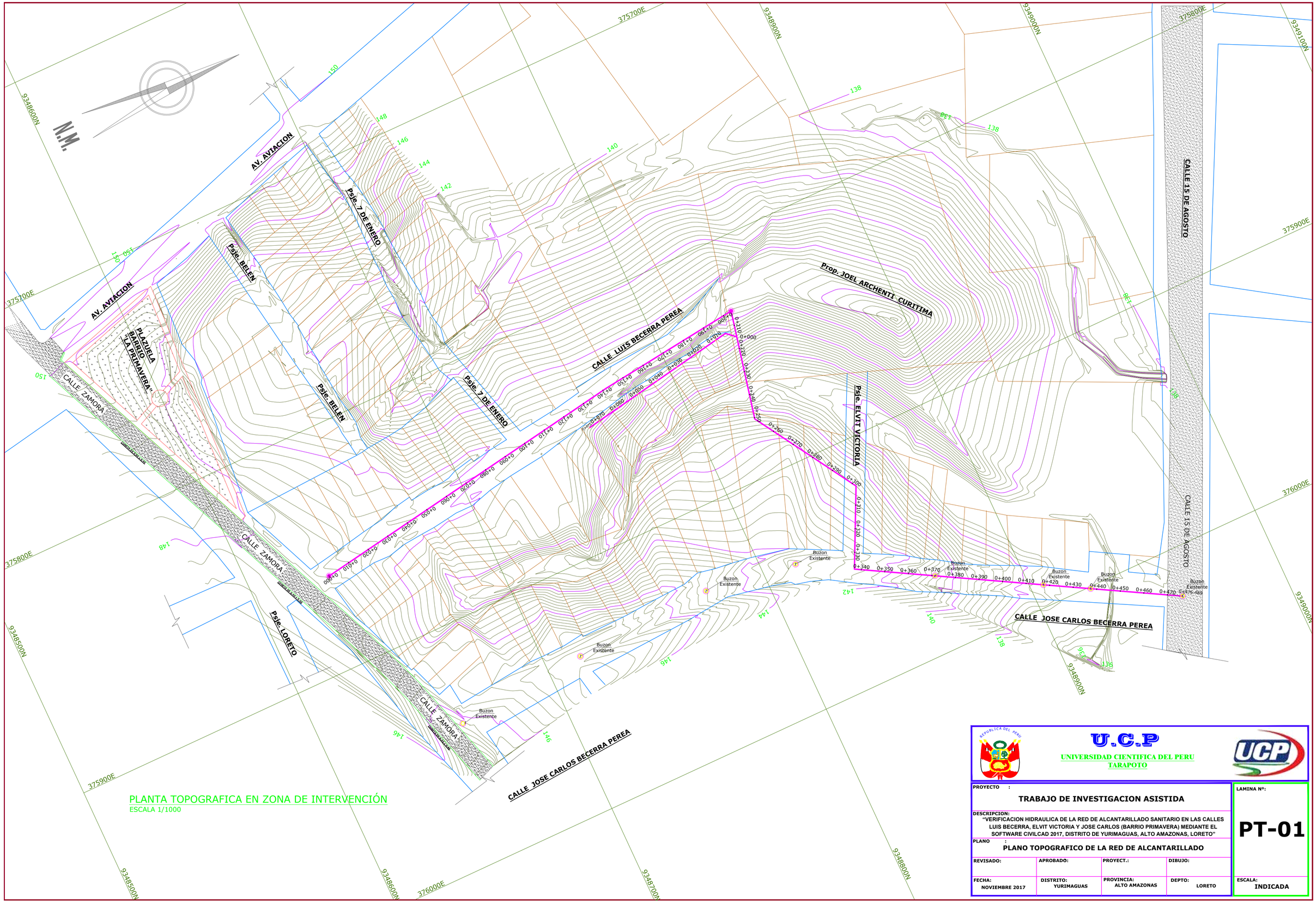
XIII. ANEXOS

13.1 PLANO TOPOGRÁFICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO

13.2 PLANO: PLANTA Y PERFIL DE LA RED DE ALCANTARILLADO

13.3 PLANO DE LA VERIFICACION HIDRAULICA

13.4 RESULTADOS DE LA VERIFICACION HIDRAULICA



PLANTA TOPOGRAFICA EN ZONA DE INTERVENCIÓN

ESCALA 1/1000

REPUBLICA DEL PERU

U.C.P

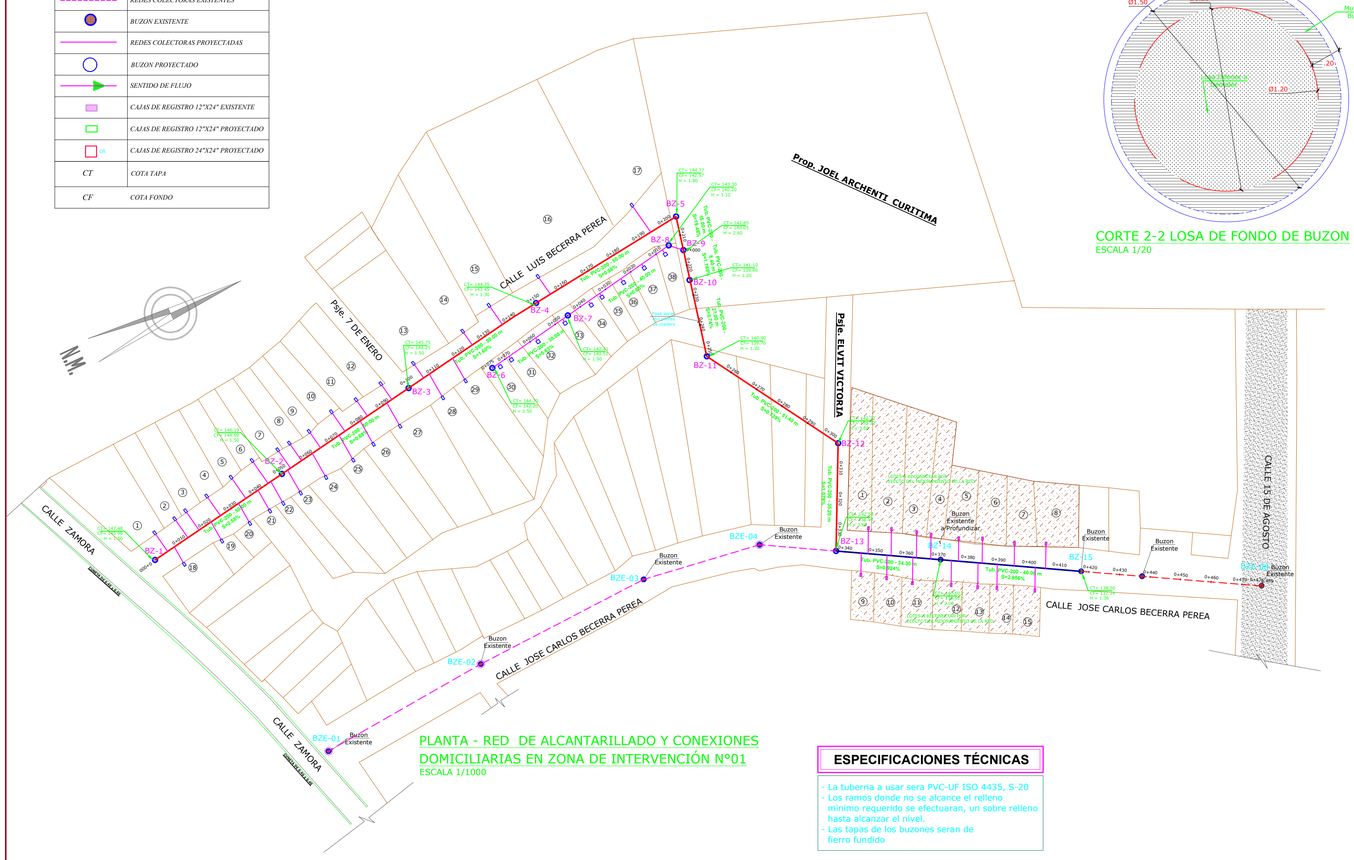
UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
TARAPOTO

UCP

PROYECTO : TRABAJO DE INVESTIGACION ASISTIDA			LAMINA Nº: PT-01
DESCRIPCION: "VERIFICACION HIDRAULICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LAS CALLES LUIS BECERRA, ELVIT VICTORIA Y JOSE CARLOS (BARRIO PRIMAVERA) MEDIANTE EL SOFTWARE CIVILCAD 2017, DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS, LORETO"			
PLANO : PLANO TOPOGRAFICO DE LA RED DE ALCANTARILLADO			
REVISADO:	APROBADO:	PROYECT.:	DIBUJO:
FECHA: NOVIEMBRE 2017	DISTRITO: YURIMAGUAS	PROVINCIA: ALTO AMAZONAS	DEPTO: LORETO
			ESCALA: INDICADA

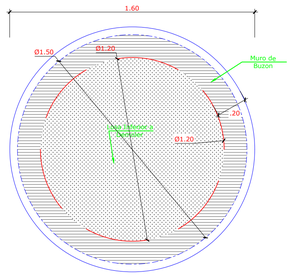
LEYENDA

SIMB.	DESCRIPCION
	REDES COLECTORAS EXISTENTES
	BUZON EXISTENTE
	REDES COLECTORAS PROYECTADAS
	BUZON PROYECTADO
	SENTIDO DE FLUJO
	CAJAS DE REGISTRO 12"X24" EXISTENTE
	CAJAS DE REGISTRO 12"X24" PROYECTADO
CR	CAJAS DE REGISTRO 24"X24" PROYECTADO
CT	COTA TAPA
CF	COTA FONDO



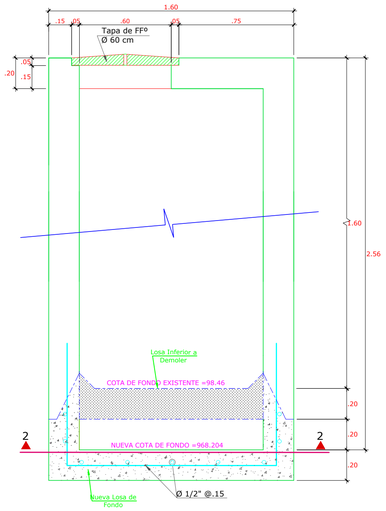
PLANTA - RED DE ALCANTARILLADO Y CONEXIONES DOMICILIARIAS EN ZONA DE INTERVENCIÓN Nº01

ESCALA 1/1000



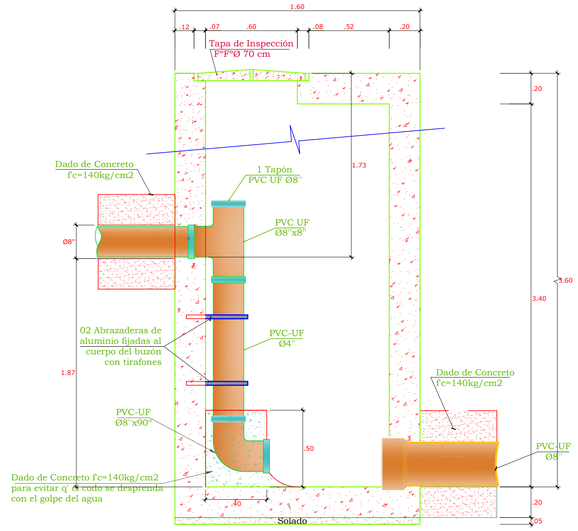
CORTE 2-2 LOSA DE FONDO DE BUZON

ESCALA 1/20



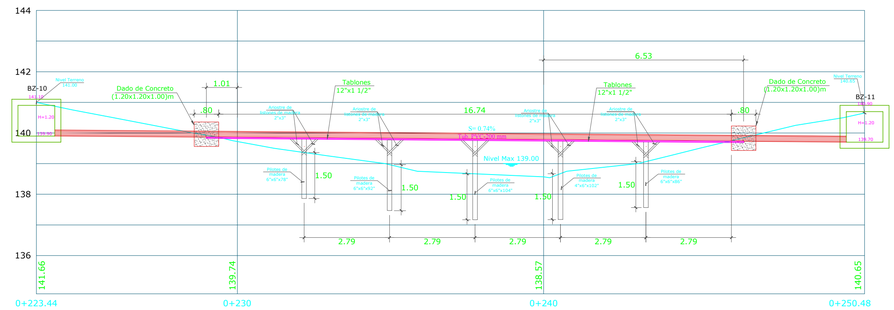
DETALLE DE AUMENTO DE ALTURA h=0.40 M DE BUZON BZE-07

ESCALA 1/20



DETALLE "Z" - DISPOSITIVO DE CAIDA EN BUZON BZ-11

ESCALA 1/20

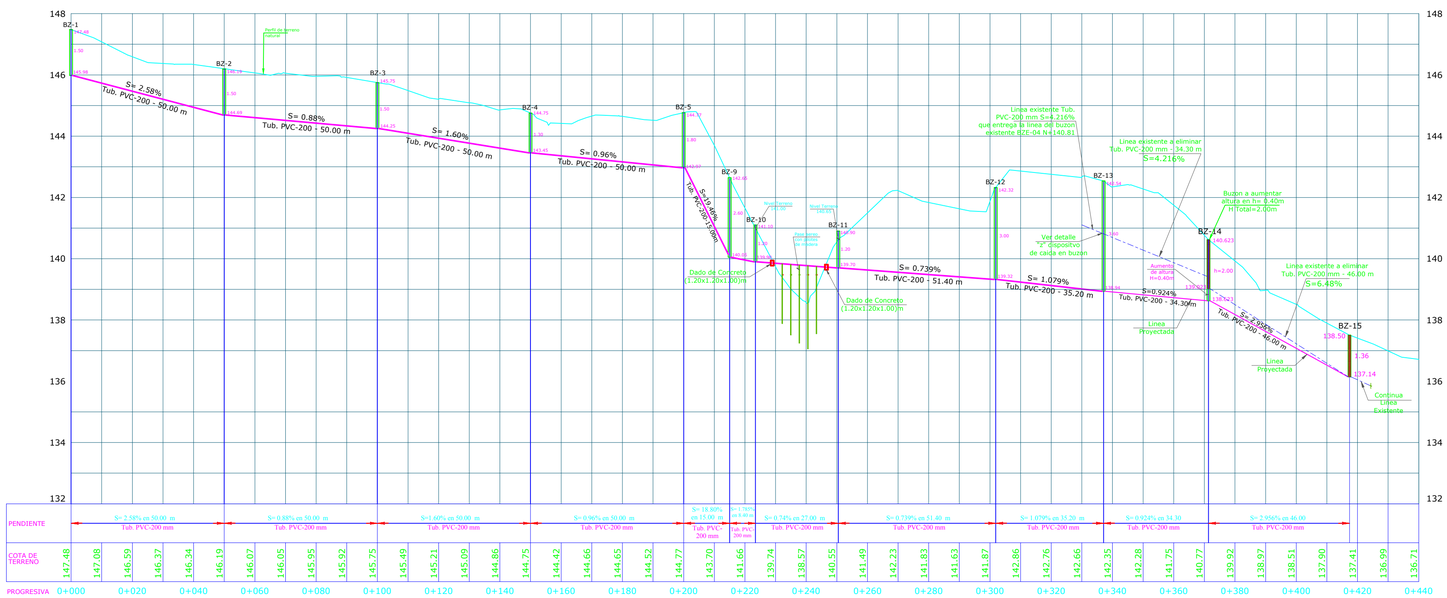


DETALLE DE PERFIL LONGITUDINAL DE PASE AEREO EN PASAJE ELVIT VICTORIA

ESCALA V_3/100; H_1/100

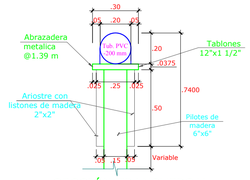
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- La tuberria a usar sera PVC-UF ISO 4435, S-20
- Los ramos donde no se alcance el relleno minimo requerido se efectuaran, un sobre relleno hasta alcanzar el nivel.
- Las tapas de los buzones seran de fierro fundido



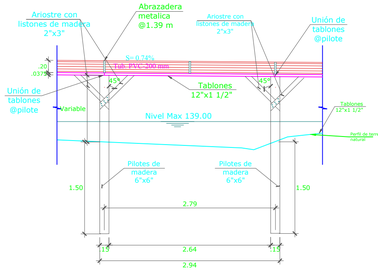
PERFIL LONGITUDINAL CALLE LUIS BECERRA PEREA, PASAJE ELVIT VICTORIA Y CALLE JOSÉ CARLOS BECERRA PEREA

ESCALA V_3/100; H_1/1000



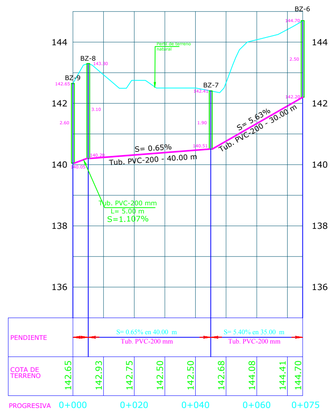
SECCIÓN TRANSVERSAL DE PASE AEREO

ESCALA_1/20



DETALLE DE PERFIL DE PASE AEREO EN PASAJE ELVIT VICTORIA

ESCALA_1/50



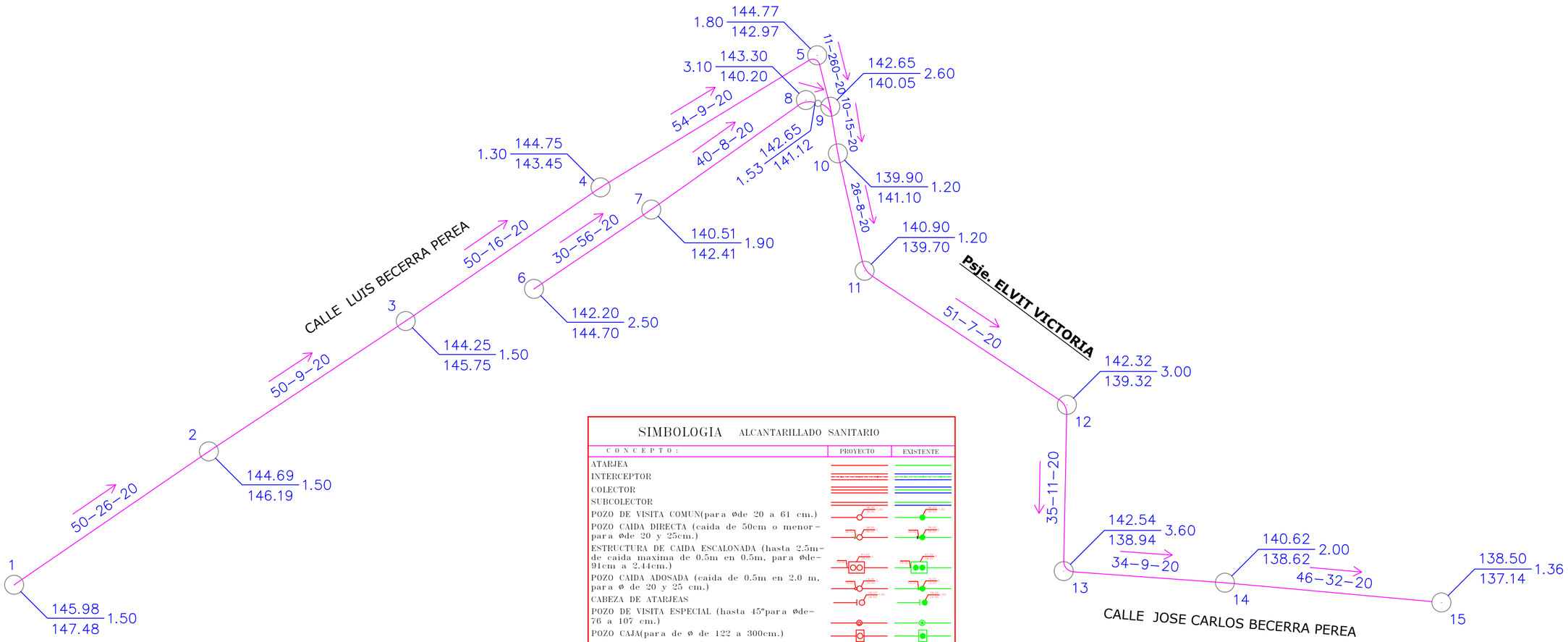
PERFIL ALTERNO CALLE LUIS BECERRA PEREA

ESCALA V_3/100; H_1/1000

U.C.P

UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
TARAPOTO

PROYECTO : TRABAJO DE INVESTIGACION ASISTIDA			LAMINA Nº: PP-01
DESCRIPCION: "VERIFICACION HIDRAULICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LAS CALLES LUIS BECERRA, ELVIT VICTORIA Y JOSE CARLOS (BARRIO PRIMAVERA) MEDIANTE EL SOFTWARE CIVILCAD 2017, DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS, LORETO"			
PLANO : PLANO: PLANTA Y PERFIL DE LA RED DE ALCANTARILLADO			
REVISADO:	APROBADO:	PROYECT.:	DIBUJO:
FECHA: NOVIEMBRE 2017	DISTRITO: YURIMAGUAS	PROVINCIA: ALTO AMAZONAS	DEPTO: LORETO
			ESCALA: INDICADA



VERIFICACION HIDRAULICA MEDIANTE EL SOFTWARE CIVILCAD 2017, EN LAS CALLES MENCIONADAS

SIMBOLOGIA ALCANTARILLADO SANITARIO

CONCEPTO:	PROYECTO	EXISTENTE
ATARJEA		
INTERCEPTOR		
COLECTOR		
SUBCOLECTOR		
POZO DE VISITA COMUN(para ØDe 20 a 61 cm.)		
POZO CAIDA DIRECTA (caida de 50cm o menor-para ØDe 20 y 25cm.)		
ESTRUCTURA DE CAIDA ESCALONADA (hasta 2.5m-de caida maxima de 0.5m en 0.5m, para ØDe-91cm a 2.44cm.)		
POZO CAIDA ADOSADA (caida de 0.5m en 2.0 m, para Ø de 20 y 25 cm.)		
CABEZA DE ATARJEAS		
POZO DE VISITA ESPECIAL (hasta 45°para ØDe-76 a 107 cm.)		
POZO CAJA(para de Ø de 122 a 300cm.)		
POZO CAJA DE UNION I(de 152cm con entronque de 91 a 122 cm.)		
POZO CAJA DE DEFLEXION(hasta 45° para Ø de-122 a 300cm.)		
ESTACION DE BOMBEO		
LINEA DE PRESION	+ + + +	+ + + +
RELLENO		
PROTECCION CON CONCRETO		
PROTECCION CON GAVIONES		
POZO CAJA DE UNION II (para tuberia de 70 a 122cm. CON ENTRONQUES DE 38 A 76cm.) hasta 45°)		
POZO CON CAIDA CON PLANTILLA DEFLECTORA (hasta 1.5m DE CAIDA PARA Ø30cm. A 76cm.)		
LONGITUD-PENDIENTE-DIAMETRO (mts.) (milesimas.) (cms.)	90-4-30	

NOTA: LAS TUBERIAS Y ESTRUCTURAS EXISTENTES SERAN CON SIMBOLO MAS GRUESO.

U.C.P
UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU
TARAPOTO

PROYECTO :
TRABAJO DE INVESTIGACION ASISTIDA

DESCRIPCION:
"VERIFICACION HIDRAULICA DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN LAS CALLES LUIS BECERRA, ELVIT VICTORIA Y JOSE CARLOS (BARRIO PRIMAVERA) MEDIANTE EL SOFTWARE CIVILCAD 2017, DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS, LORETO"

PLANO :
PLANO DE LA VERIFICACION HIDRAULICA

REVISADO:	APROBADO:	PROYECT.:	DIBUJO:
FECHA: NOVIEMBRE 2017	DISTRITO: YURIMAGUAS	PROVINCIA: ALTO AMAZONAS	DEPTO: LORETO

LAMINA N°: **PV-01**

ESCALA: INDICADA

TABLA DE CALCULO HIDRAULICO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO

Proyecto: TRAB. INVESTIGACION ASISTIDA Autor: GERMAN TORO - LUNA SANGAMA Fecha: 31/12/2017

HABITACIONAL

POBLACION = 446 Hab
DENSIDAD POBLACION = 0.90 Hab/m
DOTACION = 220 l/Hab/Día
APORTACION = 176 l/Hab/Día
Qmin = 0.45 lps
Qmed = 0.91 lps
Qmax inst = 3.45 lps
Qmax prev = 3.45 lps

Coef. Previsión = 1.00
Coef. Harmon =3.80
Long. total red = 492.91m
Infiltración = 0.15 lps/Km
Conexiones Erradas = 0.15
GASTO MINIMO = 0.45 lps
GASTO MEDIO = 0.91 lps
GASTO MAX. INST. = 3.45 lps
GASTO MAX. PREV. = 3.45 lps

NOMBRE DE LA CALLE	TRAMO	LONGITUD(m)			POBLACION	COEF. HARMON	GASTOS(lps)					COTAS TERRENO(m)		PENDIENTE(m/km)		DIAMETRO			Coef. Rug. Manning	TUBO LLENO		RELACION DE GASTOS		RELACION VELOCIDAD		RELACION TIRANTES		VELOCIDAD (m/s)		TIRANTE (cm)		TENSIÓN TRACTIVA	COTA CLAVE (m)		COTA BA
		Tramo	Tributaria	Total			Q_{med}	Q_{min}	Conexiones Erradas	Infiltración	$Q_{max\ prev}$	Inicial	Final	Terreno	Propuesta	Cálculo (cm)	Comercial (cm)	Pulg.		Q_{ll} (lps)	V_{ll} (m/s)	Q_{min}/Q_{ll}	Q_{max}/Q_{ll}	V_{min}/V_{ll}	V_{max}/V_{ll}	y_{min}/D	y_{max}/D	V_{min}	V_{max}	y_{min}	y_{max}	σ_t	Inicial	Final	Inicial
LUIS BECERRA PEREA	1-2	50	0	50	45	3.800	1.500	1.500	0.052	0.008	5.760	147.480	146.190	25.800	25.74	7.982	20	8"	0.009	79.288	2.445	0.019	0.083	0.389	0.605	0.095	0.195	**0.952**	**1.479**	1.939	3.952	**6.035**	146.180	144.893	145.977
LUIS BECERRA PEREA	2-3	50	50	100	90	3.800	1.500	1.500	0.105	0.015	5.820	146.190	145.750	8.800	8.80	9.766	20	8"	0.009	46.363	1.430	0.032	0.142	0.458	0.708	0.123	0.254	**0.654**	**1.012**	2.505	5.168	**2.610**	144.893	144.453	144.690
LUIS BECERRA PEREA	3-4	50	100	150	136	3.800	1.500	1.500	0.158	0.023	5.881	145.750	144.750	19.978	15.98	8.736	20	8"	0.009	62.482	1.927	0.024	0.105	0.418	0.649	0.107	0.219	**0.806**	**1.251**	2.172	4.452	**4.165**	144.453	143.653	144.250
LUIS BECERRA PEREA	6-7	30	0	30	27	3.800	1.500	1.500	0.032	0.005	5.737	144.700	142.410	76.321	56.32	6.891	20	8"	0.009	117.297	3.617	0.013	0.056	0.346	0.539	0.079	0.161	**1.251**	**1.949**	1.610	3.262	**11.100**	142.403	140.713	142.200
LUIS BECERRA PEREA	4-5	54	150	204	184	3.800	1.500	1.500	0.214	0.031	5.945	144.750	144.770	-0.372	8.94	9.746	20	8"	0.009	46.719	1.441	0.032	0.141	0.457	0.706	0.123	0.254	**0.658**	**1.018**	2.496	5.154	**2.644**	143.653	143.173	143.450
LUIS BECERRA PEREA	7-8	40	30	70	63	3.800	1.500	1.500	0.074	0.011	5.785	142.410	143.300	-22.190	7.73	10.003	20	8"	0.009	43.452	1.340	0.035	0.151	0.467	0.721	0.127	0.263	**0.625**	**0.966**	2.584	5.338	**2.357**	140.713	140.403	140.510
LUIS BECERRA PEREA	8-9	5	70	75	68	3.800	1.500	1.500	0.079	0.011	5.790	143.300	142.650	120.944	4.00	11.319	20	8"	0.009	31.258	0.964	0.048	0.210	0.515	0.792	0.149	0.311	**0.605**	**0.763**	3.029	6.322	**1.404**	141.350	141.328	141.146
Psje. ELVIT VICTORIA	5-9	11	204	215	195	3.800	1.500	1.500	0.226	0.032	5.958	144.770	142.650	188.640	259.83	5.182	20	8"	0.009	251.929	7.769	0.006	0.026	0.274	0.429	0.055	0.111	**2.131**	**3.335**	1.124	2.262	**36.417**	143.173	140.253	142.970
Psje. ELVIT VICTORIA	9-10	10	291	301	272	3.800	1.500	1.500	0.316	0.045	6.061	142.650	141.100	154.782	14.98	8.854	20	8"	0.009	60.489	1.865	0.025	0.109	0.422	0.656	0.109	0.223	**0.788**	**1.223**	2.206	4.532	**3.965**	140.253	140.103	140.050
Psje. ELVIT VICTORIA	10-11	26	301	326	295	3.800	1.500	1.500	0.342	0.049	6.091	141.100	140.900	7.843	7.84	9.998	20	8"	0.009	43.770	1.350	0.034	0.151	0.466	0.720	0.127	0.263	**0.628**	**0.972**	2.575	5.334	**2.390**	140.103	139.903	139.900
Psje. ELVIT VICTORIA	11-12	51	326	377	341	3.800	1.500	1.500	0.396	0.057	6.153	140.900	142.320	-27.628	7.39	10.114	20	8"	0.009	42.497	1.310	0.035	0.156	0.470	0.727	0.129	0.267	**0.616**	**0.952**	2.612	5.418	**2.283**	139.903	139.523	139.700
Psje. ELVIT VICTORIA	12-13	35	377	413	373	3.800	1.500	1.500	0.433	0.062	6.195	142.320	142.540	-6.249	10.88	9.409	20	8"	0.009	51.562	1.590	0.029	0.128	0.443	0.688	0.117	0.242	**0.705**	**1.093**	2.381	4.916	**3.092**	139.523	139.140	139.320
JOSE C. BECERRA P.	13-14	34	413	447	404	3.800	1.500	1.500	0.469	0.067	6.236	142.540	140.620	56.046	9.34	9.685	20	8"	0.009	47.768	1.473	0.031	0.139	0.454	0.703	0.122	0.252	**0.668**	**1.036**	2.469	5.111	**2.744**	139.143	138.823	138.940
JOSE C. BECERRA P.	14-15	46	447	493	446	3.800	1.500	1.500	0.518	0.074	6.292	140.620	138.500	46.054	32.15	7.685	20	8"	0.009	88.621	2.733	0.017	0.075	0.377	0.587	0.091	0.185	**1.029**	**1.605**	1.839	3.761	**7.209**	138.823	137.343	138.620

TABLA DE CALCULO HIDRAULICO PARA ALCANTARILLADO SANITARIO

Proyecto: TRAB. INVESTIGACION ASISTIDA Autor: GERMAN TORO - LUNA SANGAMA Fecha: 31/12/2017

ATEA (m)	OBSERVACIONES
Final	
144.690	CUMPLE
144.250	CUMPLE
143.450	CUMPLE
140.510	CUMPLE
142.970	CUMPLE
140.200	CUMPLE
141.125	CUMPLE
140.050	CUMPLE
139.900	CUMPLE
139.700	CUMPLE
139.320	CUMPLE
138.937	CUMPLE
138.620	CUMPLE
137.140	CUMPLE