

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA  
UNAN-RURD  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA**

**“PROPUESTA DE DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO  
CONDOMINIAL PARA LA TERCERA ETAPA DEL BARRIO NUEVA VIDA EN EL  
MUNICIPIO DE CIUDAD SANDINO, DEPARTAMENTO DE MANAGUA, CON  
PERIODO DE DISEÑO DE 20 AÑOS (2018 – 2038)”.**

**AUTORES:**

**BR. SAMUEL ENRIQUES BERRIOS BENAVIDES.  
BR. BLANCA ESTHER CERVANTES MORALES.**

**TUTOR:**

**ING. ERVIN CABRERA BARAHONA.**

**ASESOR TÉCNICO:**

**DR. VICTOR ROGELIO TIRADO PICADO.**

**MANAGUA, 29 DE OCTUBRE DEL 2015.**



## INDICE

DEDICATORIAS .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
RESUMEN.....	iii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
1.1. Antecedentes. ....	11
1.2. Planteamiento del problema.....	11
1.3. Justificación. ....	13
<b>II. OBJETIVOS.....</b>	<b>14</b>
2.1. Objetivo general:.....	14
2.2. Objetivos específicos: .....	14
<b>III. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
3.1. Características generales básicas para un proyecto de alcantarillado sanitario. ....	15
3.2. Sistema de alcantarillado sanitario.....	15
3.2.1. Elementos de un sistema de alcantarillado sanitario.....	16
3.2.2. Clasificación de sistema de alcantarillado. ....	18
3.2.3. Consideraciones generales de diseño para sistema de alcantarillado sanitario...23	
3.2.4. Configuración de diseño de sistemas de alcantarillado sanitario condominial....26	
3.2.5. Hidráulicas de alcantarillas.....	32
3.2.6. Ecuaciones a utilizar para el cálculo topográfico.....	35
3.3. Planos constructivos de diseño de sistema del alcantarillado sanitario.....	36
3.3.1. Consideraciones generales. ....	36
3.3.2. Topografía y levantamientos topográficos.....	36
3.4. Determinación del presupuesto de un sistema de alcantarillado sanitario. ....	39
<b>IV. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>40</b>
4.1. Tipo de estudio. ....	40
4.2. Tipo de enfoque.....	40
4.3. Operalización de variables. ....	40
4.4. Herramientas de análisis de datos. ....	42



<b>V. ANÁLISIS Y RESULTADOS.</b> .....	42
5.1. Primer capítulo: Descripción de las características generales del área de estudios. ....	42
5.1.1. Ubicación del área de estudio. ....	42
5.1.2. Población y viviendas del barrio Nueva vida.....	43
5.1.3. Aspecto socio económicos. ....	44
5.1.4. Características físicas naturales del área. ....	44
5.1.5. Servicios básicos. ....	45
5.2. Segundo capítulo: Diseño del sistema propuesto de alcantarillado sanitario . ....	47
5.2.1. Cálculos para el diseño de la red de recolección propuesta. ....	52
5.2.2. Tabla de resultados del diseño de sistemas propuesto. ....	67
5.3. Tercer capítulo: Elaboracion de los Planos constructivos del diseño propuesto .....	82
5.3.1. Consideraciones generales. ....	82
5.4. Cuarto capítulo: Determinacion de los costo que conlleva el sistema propuesto. ....	83
5.4.1. Consideraciones generales. ....	83
5.4.2. Cuadro de presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario propuesto. ....	84
<b>VI. CONCLUSIONES.</b> .....	85
6.1. Alcances y limitaciones. ....	86
<b>VII. RECOMENDACIONES.</b> .....	87
<b>VIII. BIBLIOGRAFIA.</b> .....	88
<b>IX. ANEXOS.</b> .....	90



## INDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Dotaciones de agua para la ciudad de Managua .....	24
Tabla 2. Dotaciones de agua para el resto del pais .....	24
Tabla 3. Consumo comercial, industrial y publico para la ciudad de Managua .....	25
Tabla 4. Consumo comercial, industrial y publico para el resto del pais .....	25
Tabla 5. Periodo de diseño economico para la estructuras de los sistemas.....	26
Tabla 6. Coeficiente de flujo maxim. ....	29
Tabla 7. Dispositivos de inspeccion.....	31
Tabla 8. Valores del coeficiente de rugosidad de manning y pendientes.....	33
Tabla 9. Operacionalización de variables para la recolección de datos.....	41
Tabla 10. Características del pozo que abastece el barrio Nueva Vida.....	45
Tabla 11. Características del tanque.....	45
Tabla 12. Datos de población para la tercera etapa del barrio Nueva Vida.....	47
Tabla 13. Datos de población total para el diseño de alcantarillado.....	48
Tabla 14. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 1 al 7).....	67
Tabla 15. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 11 al 15).....	67
Tabla 16. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 98 al 104).....	67
Tabla 17. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 111 al 116) .....	68
Tabla 18. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 18 al 27) .....	68
Tabla 19. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 58 al 67) .....	69
Tabla 20. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 167 al 134).....	70
Tabla 21. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales. (tramo del 7 al 195).....	71
Tabla 22. Resultados de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 1 al 7).....	71
Tabla 23. Resultados de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 11 al 15).....	72
Tabla 24. Resultados de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 98 al 104).....	72
Tabla 25. Resultados de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 111 al 116).....	72
Tabla 26. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 1 al 7).....	73
Tabla 27. Resultados de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 58 al 67).....	74
Tabla 28. Resultados de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 167 al 134).....	75
Tabla 29. Resultados de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 7 al 195).....	76
Tabla 30. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 1 al 7).....	76
Tabla 31. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 11 al 15).....	77
Tabla 32. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 98 al 104).....	77
Tabla 33. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 111 al 116).....	77
Tabla 34. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 18 al 27).....	78
Tabla 35. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 58 al 67).....	79
Tabla 36. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 167 al 134).....	80
Tabla 37. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 7 al 195).....	81
Tabla 38. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 1 al 7).....	84



## DEDICATORIAS

*A Dios.*

*Por darme la sabiduría y el entendimiento, que me permitieron llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos, por los momentos alegres y difíciles que me han enseñado a confiar cada día en él.*

*A mis padres. Enrique Berríos y Ana Benavides:*

*Por sus continuas oraciones a nuestro Dios, con el fin de que me guiara por el camino del bien y de la sabiduría, por su confianza, comprensión, su apoyo y dedicación en cada paso de mi carrera y el transcurso de mi vida.*

*A mis Familiares.*

*Por haberme dado buenos consejos y brindado palabras de alientos que me instaron a triunfar.*

*A mis amigos y compañeros.*

*Por habernos conocidos y haber formado parte de esta trayectoria, donde compartimos las dificultades, los buenos o malos momentos. Doy gracias a Dios por haberlas puesto en mi camino.*

*¡Gracias!*

*Samuel Enrique Berríos Benavides*



*A Dios.*

*Por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por haberme dado la sabiduría, el entendimiento, la dirección, la fortaleza y sobre todo por elegir mi presente, porque sin su voluntad nada de esto sería. Toda la gloria y honra sea para él. Amén.*

*A mis padres. Julio Cervantes y Lesbia Morales:*

*Por haberme apoyado incondicionalmente para hacer mi sueño realidad. Gracias por el amor que siempre me han brindado, por cultivar e inculcar buenos consejos, con el fin de que me guiara por el camino del bien y del conocimiento ¡Gracias por darme la vida!*

*A mis Hermanos y novio.*

*Por ser las bendiciones más especiales de mi vida. Gracias por alentarme, y haberme brindado la confianza que siempre me dieron en verme triunfar.*

*A mis Familiares.*

*Especialmente a mi tía y abuela por haberme llevado en sus oraciones y que no solo me vieron como una nieta o una sobrina si no como una hija.*

*A mis amigos y compañeros.*

*A todo el equipo que formamos y nos apoyamos con la buena amistad en la dificultad, hasta el final del camino y hasta el momento, especialmente a Samuel Berrios amigo y compañero de tesis.*

*¡Gracias!*

*Blanca Esther Cervantes Morales.*



## AGRADECIMIENTOS

*Agradecemos primeramente a DIOS por permitirnos llegar a este importante momento de nuestra carrera. Por darnos la salud, el entendimiento y la sabiduría de poder escalar un peldaño más de nuestra vida.*

*Al Ing. Erwin Cabrera Barahona por habernos ayudado, guiado y respaldado en toda la fase de la propuesta de diseño, compartiendo su conocimiento, experiencia y amistad.*

*A nuestro asesor técnico Dr. Víctor Tirado por dirigirnos durante el transcurso del trabajo, dedicando tiempo y espacio para con nosotros.*

*Al asesor metodológico Ing. Sergio Ramirez por ayudarnos a llenar nuestros vacíos metodológicos y terminar este trabajo monográfico para optar al título de ingeniería civil.*

*A nuestros profesores de la carrera de ingeniería civil que compartieron con nosotros sus conocimientos durante todo el transcurso de la carrera, para que hoy estemos aquí y poder enfrentar los retos que la vida nos prepara.*

*al ing. Erwin Guillen Molina director de planificación y desarrollo de la Alcaldía de Ciudad Sandino por habernos animados en la elección del tema para la realización de este trabajo monográfico, y dando respuesta positiva a la solicitud de información correspondiente y necesaria.*

*Al Ing. Humberto Cornejos Morales, vicegerente de operaciones de ENACAL central, por habernos apoyado incondicionalmente con la información necesaria en lo que respecta con el diseño.*



## **RESUMEN.**

La presente tesis monográfica, se orienta al estudio y a una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la tercera etapa del barrio Nueva vida en el municipio de ciudad Sandino, departamento de Managua, realizada con la intención de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, a la disminución de contaminación y enfermedades generada por no contar con este servicio.

En la fase de investigación se realizó la caracterización del área de estudio. Para los aspectos técnicos se tomó como marco regulador la Guía de criterios técnicos para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario condominial del INAA.

Con lo anteriormente mencionado, se dispuso a formular la propuesta de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario condominial. El sistema comprende: 195 dispositivos de visita sanitario (116 cajas de registro de inspección y 78 pozos de inspección), 5,459.50 m de tubería de diámetro 4", 883.86 m de tubería de diámetro 6", y 1,206.83 m de tubería de diámetro 8", toda las tuberías serán de PVC SDR-41. Este sistema tendrá como función transportar las aguas servidas de las viviendas por medio de la fuerza gravitacional a través de la red hasta el punto de descarga.



## **I. INTRODUCCIÓN.**

Desde el punto de vista sanitario, las aguas residuales y pluviales son desechos originados por la actividad vital de una población y por la lluvia. En su composición se encuentran sólidos orgánicos disueltos y suspendidos que son sujetos de putrefacción. También contienen organismos vivos como bacterias y otros microorganismos cuyas actividades vitales promueven el proceso de descomposición.

El alcantarillado sanitario o red de drenaje es un sistema de estructuras y tuberías usado para la recolección y transporte de las aguas residuales, aguas industriales y aguas de lluvias de una población desde el lugar en que se generan hasta algún cuerpo de agua, corriente o punto de descarga donde pueda ser tratada.

Uno de los factores que dificulta la reducción de los problemas ambientales en muchos municipios del territorio nacional (en cuanto a ejecución de obras civiles concierne), es el crecimiento poblacional, que por lo general no cuentan con un sistema de alcantarillado sanitario y alcantarillado pluvial.

La población de la tercera etapa de Nueva vida carece de este servicio, por lo cual sus habitantes utilizan letrinas en cada vivienda como una alternativa de disposición final para los desechos orgánicos y liberan las aguas de uso doméstico en las calles, provocándose deterioro en los terrenos, malos olores, incrementación de insalubridad y proliferación de enfermedades.

Por las razones antes expuestas es de gran importancia, la formulación de “una propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la tercera etapa del barrio Nueva Vida en el municipio de Ciudad Sandino, departamento de Managua”, realizada con la intención de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, a la disminución de contaminación y enfermedades generada por no contar con tal servicio.



## **1.1. Antecedentes**

En nuestro país, la ciudad con más alcantarillado y la primera que contó con alcantarillas es Managua. Las ciudades que poseen alcantarillado sanitario son: Boaco, Masaya, Carazo, Corinto, Matagalpa, Rivas, Estelí, Chinandega, Granada, León, Jinotega, San Marcos, San Juan del Sur, Somoto, Ocotal, entre otras y muchos lugares concentrados como (Camoapa, Chichigalpa, Ciudad Sandino, etc.). Sin embargo, existen muchos proyectos por desarrollarse en varias de las ciudades o municipio que no poseen el servicio.

De acuerdo al documento de evaluación ambiental de la fase 1 del proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Sandino (2012), el municipio de Ciudad Sandino cuenta con una nueva ampliación de alcantarillado sanitario construido en el mismo año con fondos del Banco Mundial, fondos propios de ENACAL y un préstamo del gobierno de Nicaragua en donde se le tomo en cuenta para la proyección en cobertura a 12 barrios que no estaban conectados, entre los cuales se encuentra el barrio Nueva Vida; donde a este nada más se le construyó la primera etapa dejando únicamente pozos de esperas para una futura ampliación en dicho sector, ya que no se contó con el presupuesto suficiente para la cobertura total.

En el año 2014 el área de planificación y desarrollo de la Alcaldía de Ciudad Sandino inicio el estudio para la ampliación de la cobertura del alcantarillado sanitario en la segunda etapa de Nueva Vida en el cual, según el Ingeniero Ervin Guillen, uno de los objetivos es dejar pozos de esperas para la cuarta etapa y las posibles nuevas urbanizaciones que se asentarían en el costado sur del barrio.

La tercera etapa de Nueva Vida no cuenta con un diseño de un sistema de alcantarillado sanitario, pero si posee estudios de demográficos y topográficos realizados por área de Catastro y el área de planificación y desarrollo de la Alcaldía de Ciudad Sandino respectivamente.



## 1.2. Planteamiento del problema.

La población de la tercera etapa de Nueva Vida cuenta con los servicios de energía eléctrica, agua potable, telecomunicación, vías de comunicación terrestre, unidad de salud, centros escolares y demás servicios sociales; sin embargo, no cuenta con una red de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas residuales, es por eso que los habitantes liberan las aguas de uso doméstico en las calles y hacen uso de letrinas de fosa (que contaminan el suelo y los mantos acuíferos) las cuales no son mantenidas en condiciones higiénicas. Ver figura 1, figura2, figura 3, y figura 4.



Fuente: Propia

**Figura 1:** Estancamientos de aguas negras en las calles y cunetas.



Esta imagen muestra el estancamiento de aguas negras en las calles y cunetas. Produciendo malos olores, deterioro de terreno y procreación de insectos causantes de proliferación de enfermedades de origen de este mismo estancamiento.



Fuente: Propia

**Figura 2:** Retención de aguas residuales afectando el paso vehicular y peatonal.



En esta fotografía se aprecia como el estancamiento de las aguas residuales retienen las intersecciones de los cruces en la calles, afectando el paso vehicular y peatonal, dando un aspecto antiestético.

Ubicación: Calle principal de la III etapa de Nueva vida (Manz. O-Manz N).



Esta figura muestra las aguas residuales que son descargadas directamente de las viviendas a la cuneta y el arrastre de sedimento producido por las aguas.

Fuente: Propia

**Figura 3: Aguas residuales descargadas directamente de las viviendas .**



Por la falta del servicio, los habitantes liberan las aguas de uso doméstico en las calles, provocando deterioro en los terrenos de sus hogares, formando corrientes de agua jabonosa y aceitosa que fluyen por las cunetas de las calles influyendo deterioro ambiental y la salud.

Fuente: Propia

**Figura 4: Las aguas de uso domestico liberada en las calles influyen al deterioro ambiental y salud.**

De acuerdo al Ministerio de Salud (MINSa), la falta de este servicio, incrementa los problemas de insalubridad y la proliferación de enfermedades transmitidas por el mosquito y la mosca en la ciudadanía.

Según información brindada por el Hospital Primario Nilda Patricia Velázquez en el municipio de Ciudad Sandino las principales enfermedades diagnosticadas en el año 2014 en la población en general fueron infecciones respiratorias agudas, infección renal, infección de la piel, infección intestinal mal definida, entre otras de las cuales están relacionadas con el estancamiento de aguas como son dengue, diarrea y parasitismo.



### **1.3. Justificación.**

El presente tema monográfico es importante porque puede contribuir con el desarrollo económico y social del barrio Nueva Vida y por ende del país, de igual manera se espera que a partir de la elaboración de este anteproyecto se formen las bases científicas que puedan llevar a cabo un proyecto que contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.

Según informe de la organización mundial de la salud (OMS) el saneamiento ambiental puede reducir la incidencia de enfermedades infecciosas entre el 20% y el 80% a través de inhibición de la generación de enfermedades y la interrupción de su transmisión, analizando estas circunstancias con la propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la tercera etapa del barrio Nueva Vida en el municipio de Ciudad Sandino, departamento de Managua se pretende disminuir los problemas ambientales que conllevan las corrientes y estancamientos de aguas negras en las calles y cunetas, que ayude a disminuir las enfermedades producto de dichas aguas, y que se incremente el nivel de vida de la población.



## **II. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo general:**

Proponer un sistema de alcantarillado sanitario a nivel de anteproyecto para la comunidad de la tercera etapa del barrio Nueva Vida del municipio de Ciudad Sandino, departamento de Managua, con periodo de diseño de 20 años (2018 – 2038).

### **2.2. Objetivos específicos:**

- ✚ Describir las características generales del área de estudio.
  
- ✚ Diseñar el sistema propuesto de alcantarillado sanitario aplicando los criterios técnicos de la normativa vigente del país.
  
- ✚ Elaborar los planos constructivos del diseño propuesto del alcantarillado sanitario de la tercera etapa del barrio Nueva Vida del municipio de Ciudad Sandino.
  
- ✚ Determinar los costos que conlleva la realización del sistema de alcantarillado sanitario.



### III. MARCO TEÓRICO.

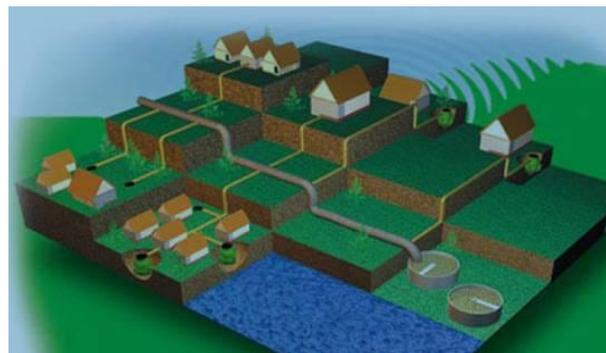
#### 3.1. Características generales básicas para un proyecto de alcantarillado sanitario.

Cuando se elabora un proyecto, es indispensable tener mucho cuidado en la definición y magnitud de los datos básicos con la finalidad de no caer en el error de generar obras sobredimensionadas o deficientes las cuales representan inversiones inadecuadas. Tomando en consideración la información recopilada, el ingeniero civil deberá concebir una síntesis que muestre el diagnóstico del estado que guarda la población a la que se le pretende hacer el proyecto de alcantarillado sanitario. (Lo mostramos en el cap. N° 5.1).

Se deben identificar la ubicación del área en estudio, población y viviendas, las características físicas naturales, las zonas habitacionales por su clase socioeconómica (industriales, comerciales y de servicios públicos), presentando esta última información en un plano general de la localidad. Esto representara la información básica de inicio para poder elaborar una propuesta de un diseño de sistema de alcantarillado sanitario.

#### 3.2. Sistema de alcantarillado sanitario.

El sistema de alcantarillado es el conjunto de obras e instalaciones destinadas a propiciar la recogida, evacuación, acondicionamiento (depuración cuando sea necesaria) y disposición final desde el punto de vista sanitario de las aguas servidas de una comunidad. ver figura 5.



Fuente: [www.monografias.com/trabajos93/vertimientos/vertimientos.shtml](http://www.monografias.com/trabajos93/vertimientos/vertimientos.shtml)

**Figura 5. Esquema de un sistema de alcantarillado sanitario.**



### 3.2.1. Elementos de un sistema de alcantarillado sanitario.

- **Conexión domiciliar (Albañales):** Se denominan así a los componentes o tuberías que con el registro forma la descarga e aportaciones domiciliaria y conecta la salida sanitaria de una edificación al sistema de alcantarillado en la atarjea.

- **Conductos** (atarjeas, sub-colectoras, principales, interceptoras y evacuadoras).

- **Atarjeas o cabeceros:** son las tuberías de diámetro mínimo dentro de la red que se instalan a lo largo de los ejes de las calles de una localidad y sirven para recibir las aportaciones de los albañales y los conducen hasta los colectores o emisores. El trazo de atarjeas generalmente se realiza coincidiendo con el eje longitudinal de cada calle y de la ubicación de los frentes de los lotes. Los trazos más usuales se pueden agrupar en forma general en los siguientes tipos:

a) Trazo en peine: Se forma cuando existen varias atarjeas con tendencia al paralelismo, empiezan su desarrollo en una cabeza de atarjea, descargando su contenido en una tubería común de mayor diámetro, perpendicular a ellas. Tiene una amplia gama de valores para las pendientes de las cabezas de atarjeas, lo cual resulta útil en el diseño cuando la topografía es muy irregular.

b) Trazo en bayoneta: Se denomina así al trazo que iniciando en una cabeza de atarjea tiene un desarrollo en zigzag o en escalera. Requiere de terrenos con pendientes suaves más o menos estables y definidas. Para este tipo de trazo, en las plantillas de los pozos de visita, las medias cañas usadas para el cambio de dirección de las tuberías que confluyen, son independientes y con curvatura opuesta, no debiendo tener una diferencia mayor de 0.50 m entre las dos medias cañas.

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

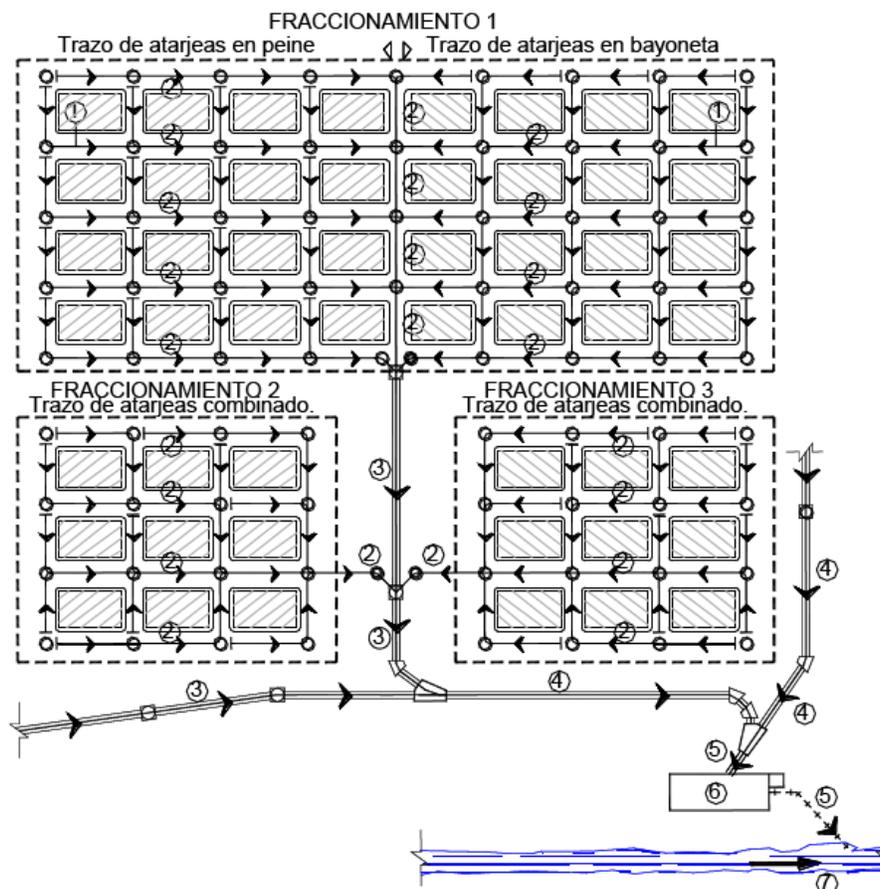
Aunque cada tipo de trazo tiene características particulares respecto a su uso, el modelo de bayoneta tiene cierta ventaja sobre otros modelos, en lo que se refiere al aprovechamiento de la capacidad de las tuberías. Sin embargo este no es el único punto que se considera en la elección del tipo trazo, pues depende fundamentalmente de las condiciones topográficas del sitio en estudio.



- **Sub-colectores:** son los conductos que reciben las aportaciones de aguas residuales provenientes de las atarjeas y, por lo tanto, un diámetro mayor. Sirven también como líneas auxiliares de los colectores.
  - **Colectores:** son líneas o conductos que se localizan en las partes bajas de la localidad. Su función es capturar todas las aportaciones provenientes de subcolectores, atarjeas y descargas domiciliarias para conducirla a un interceptor, un emisor o la planta de tratamiento.
  - **Interceptores:** son las tuberías que reciben las aguas residuales exclusivamente de los colectores o interceptores y termina en un emisor o en la planta de tratamiento.
  - **Emisor:** es un conducto comprendido entre el final de la zona de una localidad recibe las aguas de colectores o receptores. No recibe ninguna aportación adicional en su recorrido y su función es transportar la totalidad de las aguas captadas hacia planta de tratamiento.
- **Pozos de visita:** estructura compuesta de un cono excéntrico y base cilíndrica que permiten acceso a los colectores para labores de mantenimiento.
- **Estaciones de bombeo:** Estas se requieren cuando se necesita elevar el agua residual que se encuentra en una cota inferior a otra superior, siempre y cuando sea estrictamente necesario, ya que por lo general son muy costosas económicamente hablando.
- **Tratamiento:** El objetivo del tratamiento y disposición de las aguas residuales es el de remover material orgánico y eliminar agentes productores de enfermedades y además, proteger la calidad de los recursos hídricos de una región, nación o continente. Entre los tipos de tratamiento se destacan las rejillas, trituradores, tanques sépticos, tanques inhoff, lagunas de estabilización, lodos activados, aeración extensiva, filtros biológicos entre otros.
- **Disposición final:** Una vez sometidas a tratamiento, quitándole su poder nocivo, las aguas residuales se podrán verter a corrientes naturales (arroyos, ríos, lagos o mar) o en su caso usarlas para riego agrícolas, riego de parques y jardines o canalizarlas hacia industria.



**Definición esquemática de un Sistema de Alcantarillado Sanitario**



**Elementos que conforman un Sistema de Alcantarillado Sanitario**

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

Fuente: [www.ceaqueretaro.gob.mx](http://www.ceaqueretaro.gob.mx).

**Figura 6. Esquema de elementos de un sistema de alcantarillado sanitario.**

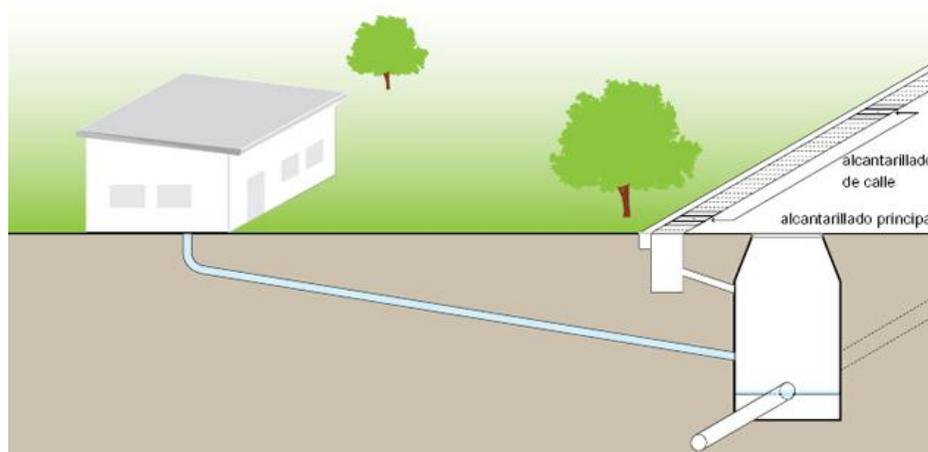
**3.2.2. Clasificación de sistema de alcantarillado.**

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: *convencionales* o *no convencionales*. Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo.



### 3.2.2.1. Sistema de alcantarillados convencionales.

Los alcantarillados Convencionales son redes grandes de tuberías subterráneas que transportan aguas negras, aguas grises y aguas pluviales de viviendas individuales a unas instalaciones de tratamiento centralizado usando gravedad (y bombas donde sea necesario). Este se diseña con muchos ramales. Típicamente la red se subdivide en redes primaria (líneas principales de alcantarillado a lo largo de las avenidas principales), secundaria, y terciaria (a nivel vecindario y viviendas). Ver figura 7.

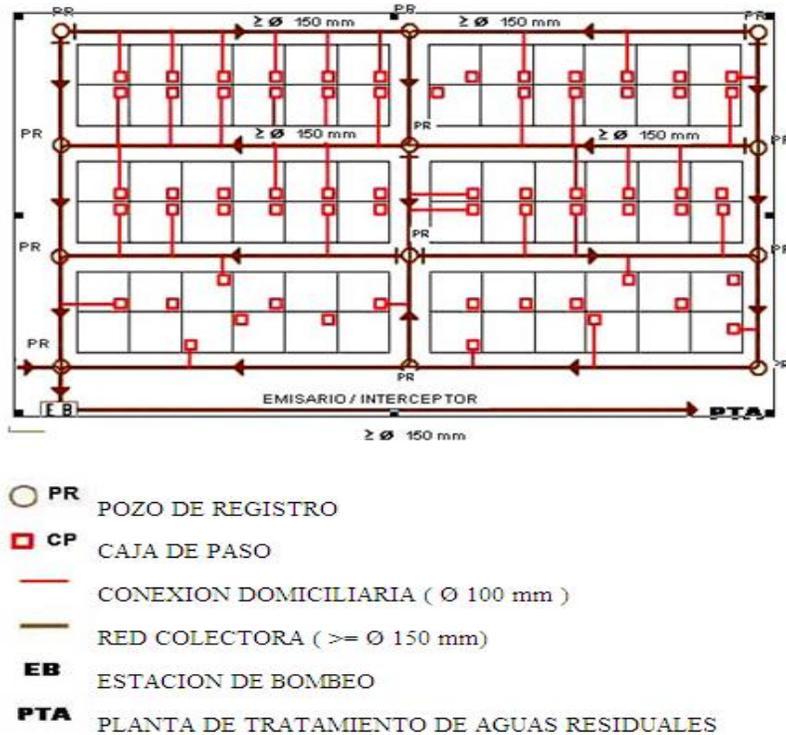


Fuente: [www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm](http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm)

**Figura 7. Sistema de alcantarillado sanitario convencional.**

Los sistemas de alcantarillado convencionales son los más usados debido a su fácil diseño y también a sus características especiales como disponibilidad de materiales en el mercado local, fácil colocación, flexibilidad de acuerdo al área geográfica, disponibilidad en cualquier diámetro, etc., sin embargo, debido a lo costoso que resulta muchas veces la construcción de estos sistemas convencionales, el espíritu del diseño será el de proveer un sistema netamente por gravedad.

Sin embargo este sistema, cuenta con muchas limitaciones: Se requiere mucho tiempo para conectar todas las viviendas, no todas las partes y materiales están disponibles localmente, es difícil y costoso de expandir cuando cambia y crece la comunidad, requieren diseño por expertos y supervisión de la construcción, el efluente y los lodos (de los interceptores) requieren tratamiento secundario y/o descarga apropiada, alto costo de capital y moderado costo de operación. Ver figura 8.



Fuente: [www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm](http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm)  
Figura 8. Esquema de Sistema de alcantarillado sanitario convencional.

### ➤ Clasificación de los sistemas de alcantarillado convencionales.

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

**Alcantarillado separado:** es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y lluvia.

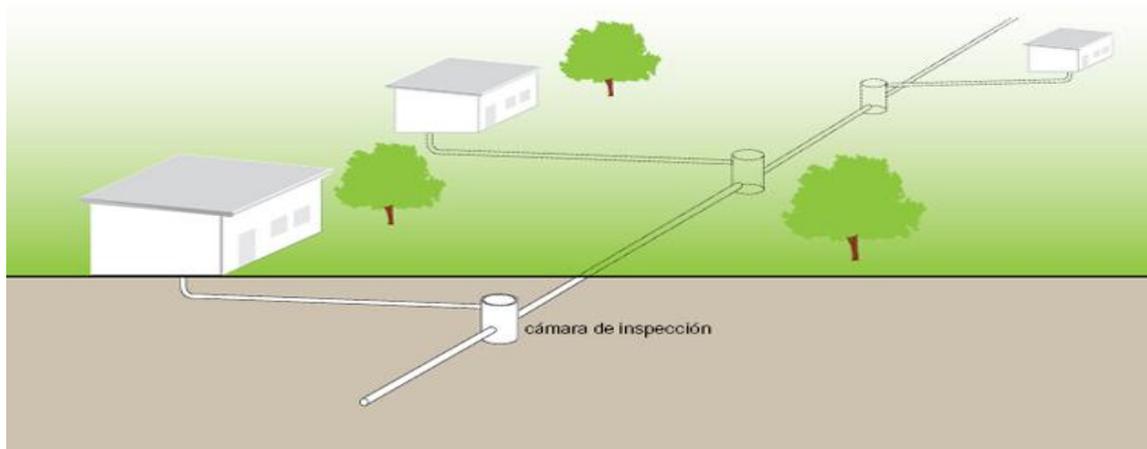
- Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.
- Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

**Alcantarillado combinado:** conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas e industriales, y las aguas de lluvia. En este tipo de sistema las dimensiones de los conductos resultan relativamente grandes y las inversiones industriales frecuentemente son muy altas.



### 3.2.2.2. Sistema de alcantarillados no convencionales.

Los sistemas de alcantarillado no convencionales surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control de en los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que éstos pueden tener. Ver figura 9.

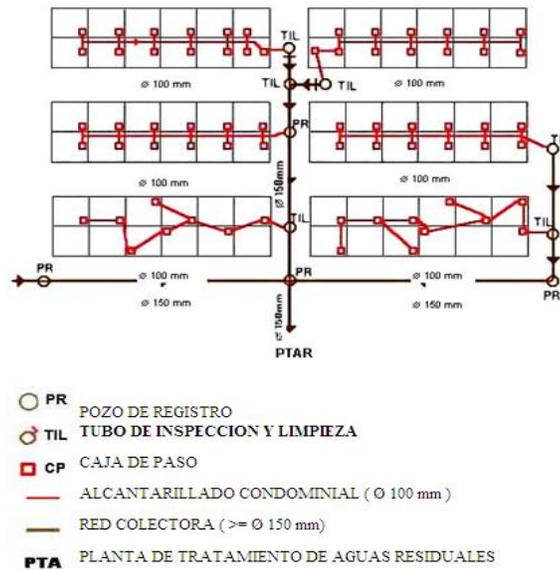


Fuente: [www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm](http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm)

**Figura 9. Sistema de alcantarillado sanitario no convencional.**

Los sistemas de alcantarillado no convencionales describe una red de alcantarillado que se construye usando tubería de diámetro dispuesta a una profundidad y en pendientes menores al alcantarillado convencional, permitiendo un diseño más flexible asociado con menores costos (excavación, material del alcantarillado, pozos de registros convencionales, conexiones domiciliarias), y un mayor número de viviendas conectadas.

Este sistema incluye una exigencia de trabajos preliminares y permanentes (educación sanitaria y asistencia social para el involucramiento de la comunidad en el proceso constructivo, de operación y de mantenimiento del alcantarillado). Y hay posibilidad de surgimiento de algunas dificultades teniendo en cuenta: derecho de paso, servidumbre, expropiación, ampliación de áreas construidas, etc. Ver figura 10.



Fuente: <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/acueductos/default.htm>  
Figura 10. Esquema de Sistema de alcantarillado sanitario convencional.

### ➤ Clasificación de los sistemas de alcantarillado no convencionales.

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

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

El tipo de alcantarillado que se use depende de las características de tamaño, topografía y condiciones económicas del proyecto.



### 3.2.3. Consideraciones generales de diseño para sistema de alcantarillado sanitario.

#### 3.2.3.1. Proyección de población.

##### ➤ Métodos de cálculo.

A continuación se dan los métodos de cálculo más conocidos, sin que ellos sean los únicos que se puedan aplicar. Cada ingeniero proyectista está en libertad de seleccionar la tasa de crecimiento y el método de proyección a ser usado, sustentando sus escogencias ante el organismo que apruebe el proyecto. Entre los métodos están:

- ✚ Método aritmético.
- ✚ Tasa de crecimiento geométrico.
- ✚ Tasa de crecimiento a porcentaje decreciente.
- ✚ Método gráfico de tendencia.
- ✚ Método gráfico comparativo.
- ✚ Método por porcentaje de saturación.

##### ▪ Tasa de crecimiento geométrico.

Este método es más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. Se recomienda usar las siguientes tasas en base al crecimiento histórico:

- 1) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano mayor de 4%.
- 2) Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.
- 3) Si el promedio de la proyección de población por los dos métodos adoptados presenta una tasa de crecimiento:
  - a) Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4%, de crecimiento anual.
  - b) Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.
  - c) No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.



### 3.2.3.2. Cantidades de aguas residuales.

En las tablas siguientes se muestran valores guías de dotación para diferentes usos y localidades del país. El proyectista deberá revisar las estadísticas operativas del sistema de agua potable de la localidad en estudio para determinar las dotaciones, justificando su selección.

➤ **Consumo doméstico.**

▪ **Para la ciudad de Managua.**

Se deberán usar en los barrios los valores mostrados en la tabla 1 siguiente:

**Tabla 1. Dotaciones de agua**

CLASIFICACIÓN DE LOS BARRIOS	DOTACIÓN L/HAB/DIA
zonas de máxima densidad y de actividades mixtas	160
zonas de alta densidad	140
zonas de media densidad	340
zonas de baja densidad	568

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005).

▪ **Para las ciudades del resto del país.**

Se deberán usar las dotaciones señaladas en la Tabla 2.

**Tabla 2. Dotaciones de agua.**

RANGO DE POBLACIÓN	DOTACIÓN L/HAB/DIA
0 – 5000	100
5000 - 10000	105
10000 - 15000	110
15000 - 20000	120
20000 - 30000	130
30000 - 50000	155
50000 - 100000 y mas	160

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)



➤ **Consumo comercial, industrial y público.**

▪ **Para la ciudad de Managua.**

Se deberán usar los valores mostrados en la tabla 3.

**Tabla 3. Consumo comercial, industrial y público.**

<b>CONSUMO</b>	<b>DOTACIÓN L/HAB/DIA</b>
Comercial	25000
Público o institucional industrial	De acuerdo al desarrollo de población

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005)

▪ **Para las ciudades y localidades del resto del país.**

Se deberán usar los porcentajes de acuerdo a la dotación doméstica diaria, en casos especiales se estudiará específicamente en forma detallada. Ver tabla 4.

**Tabla 4. Consumo público e industrial**

<b>CONSUMO PORCENTAJES</b>	
Publico o institucional	7
Industrial	2

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005).

**3.2.3.3. Periodos de diseño económico para las estructuras de los sistemas.**

Cuando se trata de diseñar un sistema de alcantarillado sanitario, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema. El contenido de la tabla siguiente debe considerarse normativo para éstos aspectos.



**Tabla 5. Período de diseño económico para la estructuras de los sistemas.**

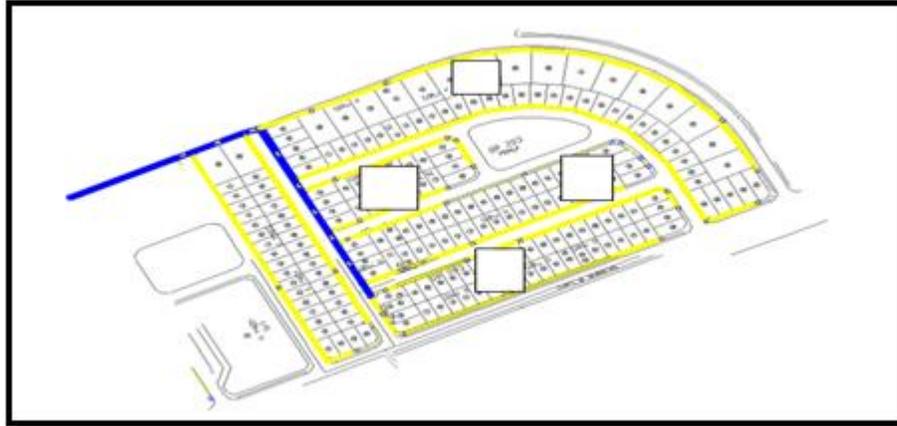
TIPO DE ESTRUCTURA	CARACTERISTICAS ESPECIALES	PERIODO DE DISEÑOS /AÑOS
Colectores principales	Difíciles y costosos de agrandar	10 a 50
Emisarios de descarga		
Tuberías secundarias hasta $\phi$ de 375 mm		25 0 más
Plantas de tratamientos de aguas servidas	Pueden desarrollarse por etapas. Deben considerarse las tasas de interés por los fondos a invertir	10 a 25
Edificios y estructuras de concreto		50
Equipos de bombeo:		
a- De gran tamaño		15 a 25
b- Normales		10 a 15

Fuente: Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005).

### **3.2.4. Configuración y especificaciones técnicas para el diseño de sistemas de alcantarillado sanitario condominial.**

El sistema de alcantarillado sanitario condominial está destinado a recolectar y transportar aguas residuales utilizando la concepción de microsistemas y teniendo el “condominio” (manzana) como la unidad básica de atención, donde el sistema colector está compuesto de una red pública concebida para captar las aguas residuales de los ramales condominiales en el punto más bajo de cada manzana o bloque.

- a. El condominio es la “unidad de atención e intervención técnica y social” en el modelo condominial (corresponde a un agregado de casas, que son atendidas por un mismo ramal de alcantarillado (ramal condominial). En el urbanismo regular, en general, el condominio corresponde a la manzana y tiene un número entre 20 y 50 viviendas. Ver figura 11.



Fuente: Normativa de alcantarillado condominial, guía de criterios técnicos para el diseño del sistema. INAA (2013).

**Figura 11. Condominios**

b. El ramal condominial es la tubería que recolecta las aguas residuales de un conjunto de lotes vecinos dentro de una misma manzana, que descarga a la red pública en el punto más bajo del condominio. Corresponde a la conexión colectiva de un condominio. Tiene que ubicarse de manera que sea posible la recolección de las aguas residuales de las viviendas del condominio por gravedad, preferencialmente en áreas protegidas (interna en los lotes o aceras).

c. Microsistema. La concepción del microsistema está relacionada al fraccionamiento del sistema de colecta de agua residual del alcantarillado sanitario en pequeños sub sistema.

d. Red pública condominial. Están constituidas por el conjunto de tuberías ubicadas en los puntos más bajos del condominio (manzanas) y reciben las aguas residuales de ramales condominiales o conexiones domiciliarias. Se ubican preferentemente en área protegida o aceras.

#### **3.2.4.1. Ubicación.**

##### ➤ **Red pública.**

- La distancia máxima entre los dispositivos de Inspección debe ser menor o igual de 100 m;
- El diámetro mínimo es igual a 150 mm;
- El material de la tubería es PVC, polietileno u otro material que cumpla con las especificaciones técnicas; El recubrimiento mínimo de la tubería es de: 0,60 m en aceras, 1, 10 m en calles.

##### ➤ **Ramales condominiales.**

- La distancia máxima entre los dispositivos de Inspección es de 50 m;



- El diámetro mínimo de la tubería es de 100 mm;
- El material de la tubería es de PVC, polietileno u otro material que cumpla con las especificaciones técnicas;
- El recubrimiento mínimo de la tubería es de: 0,60 m en aceras, 0,40 m en jardín, 0,30 m en fondo de lote.

#### 3.2.4.2. Dimensionamiento hidráulico.

Los principales criterios técnicos del diseño hidráulico son:

- Contribución per cápita: está en función de la dotación de agua potable para la localidad.
- Caudales de diseño. Los caudales para el inicio y fin del proyecto se calculan de la siguiente manera:

##### ➤ Caudal mínimo.

Es el caudal que se puede presentar a la hora de menor consumo de agua con el cual se verifica la velocidad para garantizar el arrastre de los sólidos.

El flujo mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas, representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario. De acuerdo a la experiencia Brasileña NBR 9649:

$$Q_{min} = 1,5 \text{ l/s} \qquad \text{Ecuación (3.1)}$$

Coefficientes:

C: Coeficiente de retorno = 0,80

##### ➤ Caudal medio (Qmed).

Estimación igual al 80% de la dotación del consumo de agua. Debido a que no toda el agua utilizada va a drenar al sistema de alcantarillado, sino que parte de ella se esparcirá en otros usos como riegos, lavados.

##### ➤ Caudal máximo horario (Qmh.).

$$Q_{mh} = K * Q_{med} \qquad \text{Ecuación (3.2)}$$



Donde:

K = Coeficiente de flujo máximo.

$$K = K1 * K2$$

**Ecuación (3.3)**

K1=1,2: Es el coeficiente para estimar el caudal máximo diario con relación al caudal medio diario

K2= 1,5 a 2,2: Coeficiente de caudal máximo horario, es la relación entre caudal máximo horario y el caudal medio horario conforme la Tabla 6.

**Tabla 6. Coeficiente de flujo máximo.**

TAMAÑO DE LA POBLACIÓN (HABS.)	COEFICIENTE K2
< 2000	2.2
2000a 10000	2
10000a100000	1.8
> 100000	1.5

Fuente: Normativa de alcantarillado condominial, guía de criterios técnicos para el diseño del sistema. INAA(2013).

➤ **Caudal de diseño (Qd).**

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

$$Qd = Qmh + Qi + Qc + Qind + Qinst$$

**Ecuación (3.4)**

Dónde:

Qi = Caudal de infiltración

Qc = Caudal comercial

Qind = Caudal industrial

Qinst = Caudal institucional.

➤ **Caudal de Infiltración (Qi):**

- Para tuberías con juntas de mortero se les deberá asignar un gasto de 10,000 L/ha/día.
- Para tuberías con juntas flexibles se les deberá asignar un gasto de 5000 L/ha/día.
- Para tuberías plásticas 2L/hora/100 m de tubería y por cada 25 mm de diámetro.



➤ **Diámetro Mínimo.**

- Red Pública:  $D_{min} = 150 \text{ mm}$ ,
- Ramales Condominiales:  $D_{min} = 100 \text{ mm}$ .

➤ **Tirante Máximo.**

- 50% para tubería de 100 mm.
- 75% para tubería de 150 mm y mayores.

➤ **Tensión Tractiva.**

La tensión tractiva ó fuerza de arrastre ( $\tau$ ), 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. Se calculará con la ecuación:

$$\tau = W * Rh * S \quad \text{Ecuación (3.5)}$$

Donde:

$W$  = Peso específico del líquido en  $\text{N/m}^3$

$Rh$  = Radio hidráulico a caudal mínimo en m

$S$  = Pendiente mínima en m/m

Se recomienda valor mínimo de  $\tau = 1 \text{ Pa}$

➤ **Pendiente mínima.**

para  $\tau = 1 \text{ Pa}$

Se calculará como:

$$S = \tau / (W * Rh) \quad \text{Ecuación (3.6)}$$

En ningún caso será menor que:

- Red Pública:  $S_{min} = 0,0045 \text{ m/m}$  para  $Q_{min} = 1,5 \text{ L/s}$
- Ramal Condominial:  $S_{min} = 0,005 \text{ m/m}$  para  $Q_{min} = 1,5 \text{ L/s}$ .

➤ **Pendiente máxima admisible.**

Será aquella para la que se tenga una velocidad de 5 m/s, para la red pública.



### 3.2.4.3. Dispositivos de inspección.

**Tabla 7. Principales característica de los dispositivos de inspección.**

DISPOSITIVO DE INSPECCIÓN (DIÁMETRO)	PROFUNDIDAD	MATERIAL	UTILIZACIÓN
CI - $\phi$ 0,40 m	Hasta 0,60 m	concreto simple de 3000 psi	Ramal Condominial
CI- $\phi$ 0,60 m	$0,60 < h \leq 1,20$ m	concreto simple de 3000 psi	Ramal Condominial
CI- $\phi$ 0,60 m	Hasta 1,20 m	concreto simple de 3000 psi	Red Pública con diámetro hasta 200 mm en acera
CI- $\phi$ 0,60 m	Hasta 1,20 m	concreto armado de 3000 psi	Red Pública hasta 200 mm encalle
PVS- $\phi$ 1,0 m	Mayor de 1,20 m	concreto armado de 3000 psi ó ladrillo cuarterón	Red Pública hasta 300 mm
PVS- $\phi$ 1,0 m	Mayor de 1,20 m	concreto armado de 3000 psi ó ladrillo cuarterón	Red Pública con diámetro de red hasta 400 mm
PVS- $\phi$ 1,20 m	Mayor de 1.20m	concreto armado de 3000 psi ó ladrillo cuarterón	Red Pública con diámetro hasta 700 mm
PVS construido en sitio		concreto armado de 3000 psi	Red Pública con diámetro mayor de 700 mm

Fuente: Normativa de alcantarillado condominial , guía de criterios técnicos para el diseño del sistema. INAA(2013)



### 3.2.5. Hidráulicas de alcantarillas.

#### 3.2.5.1. Flujos en tuberías a sección llena.

En el diseño de conductos, se utilizan tablas, nomogramas y programas de computadoras, los mismo están basados en formula de manning y relacionan las pendientes, diámetro, caudal (capacidad hidráulica) y velocidad, para condiciones de flujo a sección llena. El caudal lo calculamos simplemente con la expresión:

$$Q = V \times A \quad \text{Ecuación (3.7)}$$

Donde:

Q: Caudal a tubo lleno (m<sup>3</sup>/seg).

V: Velocidad a tubo lleno (m/seg).

A: Área de la sección transversal del tubo (m<sup>2</sup>).

Para el cálculo de la velocidad se utiliza la fórmula de manning ya que es las más recomendables por su sencillez y por sus resultados satisfactorios; la cual nos dice:

$$V = \frac{1}{n} \times R_H^{2/3} \times S^{1/2} \quad \text{Ecuación (3.8)}$$

Donde:

S: Pendiente (m/m).

Rh: radio hidráulico (m).

n : Coeficiente de rugosidad de manning.

El coeficiente de rugosidad depende del tipo de material a utilizar en el tramo de alcantarillado. Para las tuberías de pvc y polietileno se consideran:



**Tabla 8. Valores del coeficiente de rugosidad de manning y pendientes.**

Diámetro (pulg.)	Pendiente(m/m)	Diámetro (pulg.)	Pendiente(m/m)
6	0.0581	12	0.023
8	0.0396	15	0.0171
10	0.0294	16	0.0157

Fuente: Normas de alcantarillado Sanitario. INAA (2007)

El radio hidráulico para flujo a sección llena es:

$$R_H = \frac{\frac{\pi}{4} \times D^2}{2 \times \pi \times r} = \frac{D}{4} \quad \text{Ecuación (3.9)}$$

Donde:

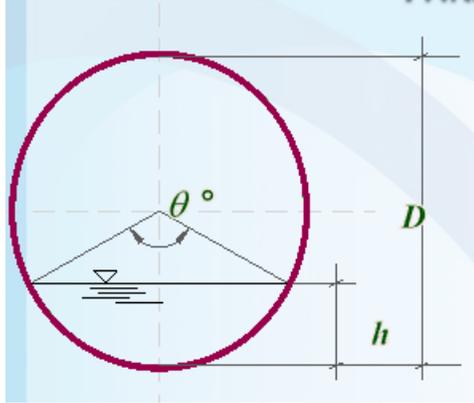
R<sub>H</sub>: radio hidráulico (m).

D: diámetro de tuberías (m).

### 3.2.5.2. Flujos en tuberías a sección parcialmente llena.

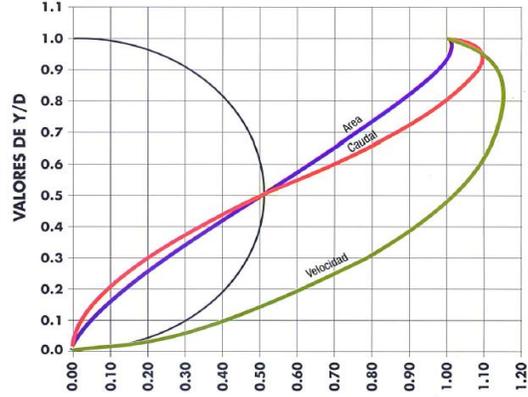
Se debe de destacar que la sección normal de flujo en conductos circulares de alcantarillado, de la sección parcialmente llena, con una superficie de agua libre y en contacto con el aire. Para el cálculo es necesario utilizar las propiedades hidráulicas de la sección circular que relacionan las características del flujo a sección llena y parcialmente llena. Ver figura 11.

Lo necesario a conocer es la relación Q<sub>dis</sub>/Q<sub>lleno</sub> y V<sub>dis</sub>/V<sub>lleno</sub>. Para esto se pueden utilizar ecuaciones basadas en las fórmulas de manning, tablas, nomogramas o la llamada curva del banano que comúnmente se utiliza por su fácil manejo aunque posee la incertidumbre de mínimos errores. Ver figura 12.



Fuente: [www.revistatlaloc.org.mx/antiores/edicion\\_48/art\\_t\\_03\\_edi48.htm](http://www.revistatlaloc.org.mx/antiores/edicion_48/art_t_03_edi48.htm)

**Figura 11. Sección Circular para tuberías a sección parcialmente llena.**



Fuente: [www.revistatlaloc.org.mx/antiores/edicion\\_48/art\\_t\\_03\\_edi48.htm](http://www.revistatlaloc.org.mx/antiores/edicion_48/art_t_03_edi48.htm)

**Figura 12. Curva hidráulica de Manning para tubería circular.**

Tenemos que para los cálculos hidráulicos las tuberías se diseñaran a tubo parcialmente lleno al 80% de la capacidad máxima de la sección del tramo. Se mantendrán siempre las condiciones de flujos de gravedad en los colectores o tuberías.

Entonces tenemos que:

$$\frac{d}{D} < 80\% \tag{Ecuación (3.10)}$$

Adicionalmente utilizando el grafico de la figura 11 podemos establecer las relaciones hidráulicas para secciones parcialmente llenas utilizando las siguientes expresiones:

El ángulo central  $\theta^\circ$  (en grado sexagesimal):

$$\theta^\circ = 2A \cos\left(1 - \frac{2h}{D}\right) \tag{Ecuación (3.11)}$$

Radio hidráulico:

$$rh = \frac{D}{4} \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta}\right) \tag{Ecuación (3.12)}$$



La velocidad:

$$v = \frac{0.397 * D^{2/3}}{n} \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta}\right)^{2/3} * S^{1/2} \quad \text{Ecuación (3.13)}$$

El Caudal:

$$q = \frac{D^{8/3}}{7257.15n(2 * \pi * \theta^0)^{2/3}} (2 * \pi * \theta^0 - 360 * \text{sen} \theta^0)^{5/3} * S^{1/2} \quad \text{Ecuación (3.14)}$$

Entonces las relaciones quedan definidas como:

$$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right)^{2/3} \quad \text{Ecuación (3.15)}$$

$$\frac{r}{R} = 1 - \frac{\text{sen} \theta}{\theta} \quad \text{Ecuación (3.16)}$$

$$\frac{v}{V} = \left(\frac{r}{R}\right)^3 \quad \text{Ecuación (3.17)}$$

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{a}{A}\right) \times \left(\frac{v}{V}\right) \quad \text{Ecuación (3.18)}$$

$$\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta^0}{360^0} - \frac{\text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right) \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right)^{2/3} \quad \text{Ecuación (3.19)}$$

### 3.2.6. Ecuaciones a utilizar para el cálculo topográfico.

#### ➤ Elevación de corona de salida:

Es la elevación que tiene la tubería al salir de un dispositivo de inspección sanitaria. Esto se obtiene estando la pérdida de carga al nivel de entrada de corona del dispositivo. En el caso de un dispositivo cabecero se calcula con la siguiente ecuación:

**Elev. corona de sal:** = Elev. del terreno - recubrimiento mínimo. **Ecuación (3. 20).**



➤ **Elevación de corona del siguiente punto:**

Es la elevación que tiene la tubería al salir de un dispositivo de inspección sanitaria, esta se obtiene fácilmente utilizando la ecuación siguiente:

$$E.C.SP=(Elev.de\ corona\ del\ punto\ anterior) - (longitud * pendiente). \quad \text{Ecuación (3. 21)}$$

➤ **Elevación del inver de salida: |**

Es el nivel de rasante con que sale la tubería del dispositivo de inspección se calcula:

$$E.I.S =(Elev. corona salida) - (diámetro de tubería). \quad \text{Ecuación (3. 21)}$$

➤ **Volumen de excavación en pozo.**

$$\text{Volumen de excavación en pozo} = (\text{Área}) \times (\text{profundidad}). \quad \text{Ecuación. (3. 23)}$$

➤ **Volumen de excavación. de tubería.**

$$\text{Volumen de excavación de tubería} = (\text{Área de tubería}) \times (\text{profundidad}). \quad \text{Ecuación. (3. 24)}$$

### 3.3. Planos constructivos de diseño de sistema del alcantarillado sanitario.

#### 3.3.1. Consideraciones generales.

Los planos constructivos del diseño de sistema propuesto del alcantarillado sanitario son el producto final del proceso de campo (levantamiento topográfico) y de los criterios de diseño de sistema de alcantarillado sanitarios, que se describieron anteriormente. Para su elaboración se toma en cuenta: las escalas adecuadas, redacción clara y concisa, con el fin de que la propuesta de diseño sea una guía para un posible proyecto, en donde sea valorada y revisada cautelosamente.

#### 3.3.2. Topografía y levantamientos topográficos.

##### 3.3.2.1. Topografía.

La topografía es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie terrestre, con sus formas y detalles; tanto naturales como artificiales.



### 3.3.2.2. Levantamientos topográficos.

El principal objetivo de un levantamiento topográfico es determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal, es decir define las inclinaciones del terreno. Esto se realiza mediante un método llamado altimetría; determina la altura entre varios puntos en relación con el plano horizontal definido anteriormente, esto se lleva a cabo mediante la nivelación directa. Luego de realizarse este trabajo, es posible trazar planos y mapas a partir de los resultados obtenidos consiguiendo un levantamiento topográfico. Un levantamiento topográfico consta de dos etapas:

- Trabajo de campo: Consiste en la realización de un levantamiento planimétrico y altimétrico del lugar, a partir de los diferentes equipos topográficos.
- Trabajo de gabinete: Se realiza luego de tener planteados los datos del trabajo de campo, en este trabajo se calculan las verdaderas distancias, ubicación, etc.

En la actualidad para esta parte del trabajo topográfico existen softwares para el procesamiento de los datos obtenidos en el trabajo de campo de una manera más rápida, entre los cuales destacan el AutoCAD civil 3D y el CivilCAD.

#### ➤ Equipos topográficos más comunes para realizar levantamientos topográficos.

- **Teodolito electrónico:**

Es la versión del teodolito óptico, con la incorporación de electrónica para hacer las lecturas del círculo vertical y horizontal, desplegando los ángulos en una pantalla eliminando errores de apreciación, es más simple en su uso, y por requerir menos piezas es más simple su fabricación y en algunos casos su calibración.



**Figura 13. Teodolito electrónico**

Fuente: [www.es.slideshare.net/karlamargotRMz/equipos-topograficos](http://www.es.slideshare.net/karlamargotRMz/equipos-topograficos).



Las principales características que se deben observar para comparar estos equipos hay que tener en cuenta: la precisión, el número de aumentos en la lente del objetivo y si tiene o no compensador electrónico.

- **Estación total.**

Se denomina estación total a un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico.



**Figura 14. Estación total**

Fuente: [www.es.slideshare.net/karlamargotRMz/equipos-topograficos](http://www.es.slideshare.net/karlamargotRMz/equipos-topograficos).

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de azimutes y distancias.

- **Navegadores gps.**

Estos son mas para fines recreativos y aplicaciones que no requieren gran precisión, consta de un dispositivo que cabe en la palma de la mano, tienen la antena integrada, su precisión puede ser de menor a 15 metros, pero si incorpora el sistema WAAS puede ser de menor a 3 metros.



**Figura 15. Navegadores gps**

Fuente: [www.es.slideshare.net/karlamargotRMz/equipos-topograficos](http://www.es.slideshare.net/karlamargotRMz/equipos-topograficos).



### **3.4. Determinación del presupuesto de un sistema de alcantarillado sanitario.**

Una vez realizado el diseño hidráulico de la red y concluida la depuración de la misma, se realiza la estimación del presupuesto de ejecución de la obra. El proceso de cálculo del presupuesto es relativamente sencillo, pero debido al elevado número de tramos y pozos proyectados en los planos, el proceso adquiere complejidad para poder llegar a esta etapa.

El objetivo de determinar los costos que conlleva la realización del sistema de alcantarillado sanitario, es el de indicar cuál sería aproximadamente el costo de ejecución de la totalidad del proyecto, bajo las condiciones y consideraciones establecidas en los planos.

El fundamento de los cálculos para el presupuesto se basa técnicamente en determinar la cantidad de obras para a su vez poder obtener la cantidad de materiales necesarias para su construcción, las cuales se multiplican por el precio obtenido por cotizaciones.

El cálculo de precio de mano de obras se puede obtener mediante el rendimiento (días/cantidad de obras) de la cuadrilla u obreros según el tipo de actividad, luego el número de días resultante se multiplica por el precio acordado o un precio establecido según el cargo del trabajador (oficial, ayudante, etc.).

Una vez obtenido el costo total de materiales y manos de obras se prosigue por determinar el resto de costos directos como supervisión, alquileres de equipos, traslados de materiales, entre otros, para luego continuar con el cálculo de los costos indirectos en dependencia del tipo de empresa así como la utilidad que esta obtendrá.



## **IV. DISEÑO METODOLÓGICO.**

### **4.1. Tipo de estudio.**

El estudio se caracteriza por ser de tipo explicativo – analítico, debido a que tratamos de dar cuenta de la realidad social, explicando la problemática que se vive por no contar con el servicio de un sistema de alcantarillado sanitario.

Este estudio a nivel de anteproyecto nace de la clara necesidad de un sistema de alcantarillado sanitario en la tercera etapa del barrio nueva vida en el municipio de Ciudad Sandino, que pueda contribuir con la iniciativa de este tipo de servicio que se vuelve en una de las mayores necesidades para esta población.

Inicialmente se realizó una investigación del tema con la Alcaldía de Ciudad Sandino, se encontró que los sistemas de alcantarillado sanitarios es un tema importante e imperante debido a la necesidad de realizar estudios que conlleven propuestas de mejoras en la infraestructura sanitaria ya que el municipio padece de problemas de contaminación por medio de aguas negras. Esto facilitó la obtención de documentos escritos y otros materiales que reportan los resultados y/o análisis.

### **4.2. Tipo de enfoque.**

El enfoque metodológico utilizado para la recolección y análisis de datos en nuestro estudio es el enfoque cuantitativo, ya que está basado en información cuantificable (datos de población y viviendas), así como de procesamientos estadísticos (técnicas e instrumentos) para el análisis e interpretación de resultado.

### **4.3. Operacionalización de variables.**

El propósito de la operacionalización de variables fue utilizado para el proceso de obtención y recolección de los datos. Esta fase fue muy importante ya que en esta podemos describir y plantear las variables a través de un proceso ordenado que en gran medida refleja la calidad y validez de la investigación. Ver la tabla 9.



**Tabla 9. Operacionalización de variables para la recolección de datos.**

Variable	Indicador	Fuente	Técnica	Instrumento
<b>Características generales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación.</li> <li>característica física.</li> </ul>	Ficha técnica del municipio de ciudad Sandino.	Documental.	Ficha de registro técnico.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>población,</li> <li>viviendas.</li> </ul>	Área de catastro de la Alcaldía de Ciudad Sandino.	Investigación	Registro Especifico
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planteamiento de problema.</li> </ul>	Barrio Nueva vida, III etapa.	Observaciones	Lista de cotejo, Cámara fotográficas.
		Hospital Primario Nilda Patricia Velázquez	Investigación	Registros específico.
<b>Sistema propuesto de alcantarillado sanitarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Criterios técnicos de la normativa vigente del país.</li> </ul>	Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005).	Documental.	Guías técnicas
<b>Planos constructivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levantamiento topográfico:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo de campo de</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Área de planificación y desarrollo de la Alcaldía de Ciudad Sandino.</li> <li>Área de gerencia de operaciones de ENACAL Central.</li> </ul>	Investigación	Registro Especifico (Base de dato digital).
			Análisis y resultado.	Tablas y gráficos.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trabajo de oficina.</li> </ul>	Propia.	Análisis	Ficha de registro técnico. Registro específicos. Guías técnicas. Base de datos digital.
			Aplicación de software.	Excel, Autocad, Civil cad.
<b>Costos.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presupuesto aproximado para el sistema de alcantarillado propuesto.</li> </ul>	Propia.	Análisis y resultado.	Planos constructivos. Base de datos de precios.
			Aplicación de software.	Excel.

Fuente: propia.



#### 4.4. Herramientas de análisis de datos.

- ✚ **Google Earth:** Software satelital empleado para ver la ubicación del local, conocer latitud, longitud y altitud del sitio.
  
- ✚ **Programas de Microsoft Office 2010.** Paquete del software Microsoft Word, Excel y Powerpoint: Paquetes de software utilizado para realizar el documento de tesis monográfico, las tablas de diseño de alcantarillado sanitario para el presupuesto final y la presentación del proyecto, respectivamente.
  
- ✚ **Autocad 2013.** Software usado para la elaboración de los planos del sistema de alcantarillado sanitarios.
  
- ✚ **Civil Cad 2013.** Software utilizados para el procesamiento de base de datos en Excel y elaboración de plano topográfico.

### V. ANÁLISIS Y RESULTADOS.

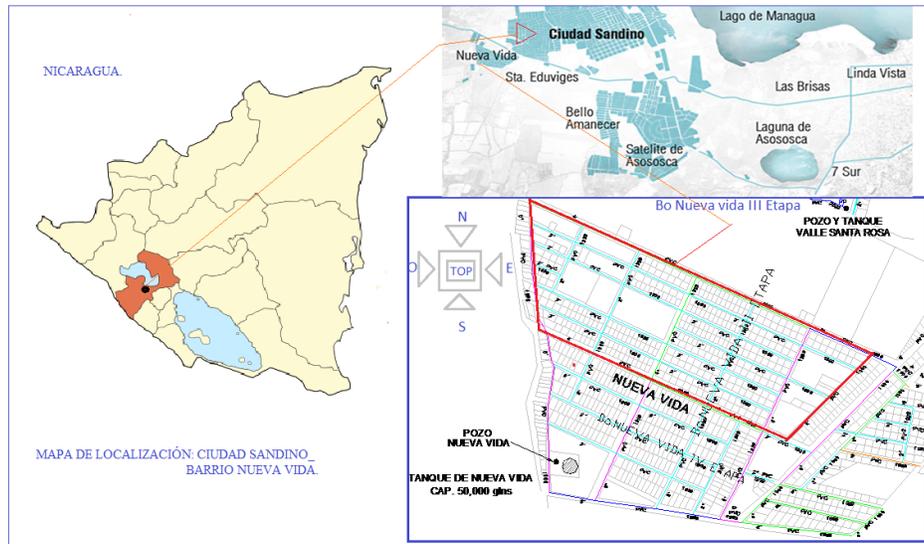
#### 5.1. Primer capítulo: Descripción de las características generales del área de estudios.

En octubre de 1998 las orillas del lago Xolotlán por causa del Huracán Mitch crecieron y inundaron los barrios adyacentes a sus costa , teniéndose que trasladar a esa población al asentamiento Nueva Vida, este barrio se divide en cinco etapas: Nueva vida-primera etapa, Nueva vida-segunda etapa, Nueva vida-tercera etapa, Nueva vida-cuarta etapa, Nueva vida-quinta etapa.

##### 5.1.1. Ubicación del área de estudio.

El barrio Nueva Vida, está ubicado en el costado oeste del municipio de Ciudad Sandino en el kilómetro 12 ½ al oeste de la Ciudad de Managua, capital de la república; con coordenadas: 12° 01' a 12° 14 ' latitud norte y 86° 18' a 86° 25' longitud oeste. Limita al norte con el Residencial Santa Rosa, al sur con el Municipio de cuajachillo, al este con Residencial Santa Eduvigis, al oeste con el barrio Santa Luisa. (Ver figura 16).

**Nota:** Todo este capítulo se formuló en base a la ficha técnica del municipio de Ciudad Sandino, con excepción de los datos de población y vivienda, descripción del Sistema actual del abastecimiento del agua potable existente.



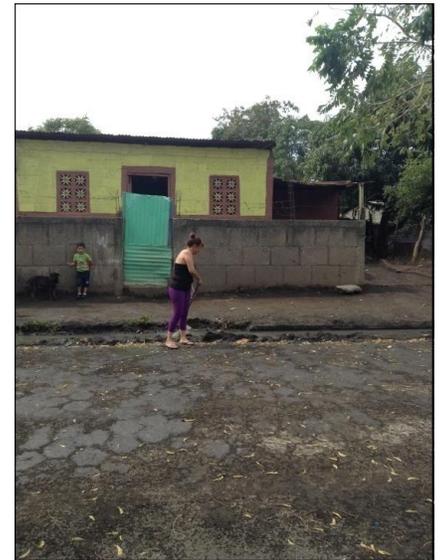
Fuente: propia.

Figura 16. Mapa de macro localización del proyecto.

### 5.1.2. Población y viviendas del barrio Nueva vida.

Para el proyecto ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas de Ciudad Sandino fase I, en el documento de evaluación ambiental de enero 2012, se tomó en cuenta todo el barrio Nueva vida, con una población de 12,815 habitantes y 2404 viviendas.

Según registro del área de catastro de la alcaldía de ciudad Sandino en el 2014, la tercera etapa del Barrio Nueva vida se estimó con 2893 habitantes y 399 viviendas. (Suelen ser de mampostería confinada y loseta prefabricada, las estructuras de techo varían entre madera y metálicas con cubierta de láminas de zinc. Ver figura 17.



Fuente: Propia.

Figura 17. Vivienda localizada en la III etapa N/vida, Manz O.



### **5.1.3. Aspecto socio económicos.**

De conformidad con un estudio para establecer el uso actual del suelo , efectuado por la Dirección de Edafología del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) en Diciembre de 1998 en apoyo a la realización al Estudio Agroecológico del Departamento de Managua; revela que la mayor parte de la gran planicie de esta zona está clasificada como V2, o sea que trata de un área urbanizada (poblada) asociada en algunas fincas cercanas, a la producción de maíz, sorgo (millón y escobero), caña, frutales, café y vegetación herbácea.

### **5.1.4. Características físicas naturales del área.**

#### **▪ Clima.**

Según INETER el clima en esta zona es tropical de sabana con variaciones a sub - tropical, semi - húmedo con temperatura entre los 25 y 27 grados centígrados. El clima cálido en la zona predomina todo el año.

#### **▪ Precipitación y vientos.**

Soplan vientos variables de 12 a 15 Km. / hora y la humedad relativa del 63%. El régimen de precipitación es estacional, iniciándose el invierno a mediados de Mayo, terminándose a fines de octubre, manifestándose dos picos de mayor precipitación en los meses de Mayo a Octubre durante el cual cae el 99% de la lluvia anual y en descenso drástico de lluvias entre los meses de Julio a Agosto, dándose el fenómeno de canícula o veranillo. La clasificación Bioclimática de Holddege, lo define como bosques secos tropicales y sub - tropical. La precipitación media anual es de 1.350 MM.

#### **▪ Topografía.**

Es relativamente plano con pendientes de 0 al 2% en las áreas urbanizadas, lo que permite tener una zona apta para el desarrollo urbano, tomando en cuenta un plan de manejo de aguas pluviales para las zonas más bajas con riesgos de circundantes a las zonas urbanizadas.



### 5.1.5. Servicios básicos.

- **Sistema actual del abastecimiento del agua potables existente.**

Actualmente el agua potable es distribuida (Fuente- Tanque –Red) a través de un pozo que suministra todo el sector de nueva vida, ubicado en la cuarta etapa tiene una profundidad menor a los 150 metros. La calidad del agua es relativamente buena, distribuyéndose esta sin ningún tipo de tratamiento especial excepto la cloración. En diciembre del 2012 contaba con 1328 Conexiones domiciliarias y un Promedio mensual de 26.27 m<sup>3</sup> por conexión dándole servicio a aproximadamente al 99% de la población. La característica del pozo actualmente existente que suministra el agua potable a todo el sector de Nueva vida se presenta en la tabla 10.

**Tabla 10. Característica del pozo que abastece el barrio Nueva Vida.**

CARACTERISTICAS POZO NUEVA VIDA															
POZO	MOTOR MARCA	BOMBA MARCA	HP	VOLTAJE	TIPO	Q (GPM)	TOTAL TUBO	C.T.D. (pie)	FECHA INSTALACIÓN	Ø COLUMNA	NEA	PT (pie)	PSI	PRODUC. PROM. DIA (M <sup>3</sup> )	HRS TRABAJO DIA
Nueva Vida	U.S Mexico	Jacuzzy	100	460	Vertical	526	30	369.3	03-10-08	8"	380'	50'	30	2,052.88	18

Fuente: ENACAI Central (2015)

Existe también un tanque de acero sobre torres de 30,000 galones para almacenamiento del agua potable proveniente del pozo que extrae agua del acuífero. Ver las características en la tabla 11.

**Tabla 11. Característica del tanque**

Tanque	Capacidad	Capacidad (glns)	Material	Estado
Nueva Vida	30,000	30,000.0	Acero Sobre Torre	B/E

Fuente: ENACAL Central (2015)



▪ **Alcantarillado Sanitario.**

Este es el problema más acuciante, ya que este sector de la tercera etapa de nueva Vida no existe un sistema de drenaje sanitario. La población urbana utiliza letrinas en su gran mayoría y la eliminación de las aguas grises las realiza directamente sobre las vías, provocando deterioro de las mismas y problemas de insalubridad a la ciudadanía.

▪ **Energía.**

Cuenta con servicio público de energía domiciliar cuya administración está a cargo de DISNORTE DISSUR. Existen 2312 viviendas con el servicio, lo que significa un porcentaje del 80% aproximadamente del total de viviendas de la tercera etapa. El servicio de alumbrado público se presta nada más en algunos sectores, debido a que se han desaparecido por la delincuencia.

▪ **Transporte y viabilidad.**

Según información del departamento de catastro, el sector de la tercera etapa tiene 6.808 kilómetros aproximado de calles, de las cuales 2 kilómetros están adoquinados, es decir que el 4.808 kilómetros de calles se encuentran sin ningún tratamiento y en constante deterioro, esto representa el 70.62% de las vías con que cuenta el sector. El servicio de transporte urbano colectivo está conformado únicamente por la ruta de buses 113, la cual tiene definido su ruteo en el área urbana y diferentes puntos del resto de la ciudad capital, y otros medio de transporte como taxi, y moto-taxi.

▪ **Salud.**

En todo el sector de Ciudad Sandino existen siete unidades médicas, entre puestos de salud, centros de salud y un hospital primario de 30 camas (Hospital Primario Nilda Patricia Velázquez, con un área de extensión total de 2437 metro cuadrado), Según el hospital no existe déficit en cuanto a unidades médicas se refiere, pero si existe deficiencia en la calidad del servicio, ya que las unidades mencionadas no poseen los medios, el equipo y los recursos humanos necesarios para cubrir la demanda de la población.



## 5.2. Segundo capítulo: Diseño del sistema propuesto de alcantarillado sanitario.

### ➤ **Periodo de diseño.**

El periodo de diseño, lo determinamos realizando un listado de las estructuras, equipos y accesorios relevantes tomando en cuenta que éste siempre deben ser menores a la vida útil de estas estructuras o elementos que los integren en cuanto a sus condiciones básicas como la capacidad del sistema para entender la demanda futura, densidad actual, saturación, durabilidad de los materiales y equipos empleados, calidad de la construcción, operación y mantenimientos. Tomando los factores antes mencionados para la propuesta de alcantarillado sanitario fue definido a 20 años de acuerdo a la tabla 5, Período de diseño económico para las estructuras de los sistemas de las Guías técnicas para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales. INAA (2005).

### ➤ **Población de proyecto.**

La población de proyecto, o “población futura”, es la cantidad de habitantes que se estima que tendrá acceso al servicio al terminar el periodo económico de diseño del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario. Las proyecciones de la demanda por este servicio, fueron un punto clave y crucial en la elaboración del estudio.

Existen varios métodos ya mencionados en el Acápite 3.2.3.1, por medio de los cuales se puede calcular la población de proyecto, sin embargo utilizamos el método de tasa de crecimiento geométrico, ya que este método es el más aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua. La tasa de crecimiento poblacional para el municipio de Ciudad Sandino oscila entre el 2.9% y el 3.4 %, pero según la ficha municipal se selecciona una tasa promedio del 3.3 %.

Los datos de población del año 2014 para la Tercera etapa del Barrio Nueva vida fueron proporcionados por el área de Catastro de la Alcaldía de Ciudad Sandino. Ver tabla 12.

**Tabla 12. Datos de población para la Tercera etapa del Barrio Nueva vida**

LUGAR	No. VIVIENDAS	No. HABITANTES
III Etapa, N/vida	399	2893

Fuente: Alcaldía de Ciudad Sandino



La población del anexo de la quinta etapa de Nueva Vida (específicamente lugar en donde pasa la conexión al punto de descarga) fue estimado por el índice de 6 hab/viv, el cual es el recomendado por ENACAL, para dar resultado a una población de saturación igual a:

$$PS = \text{Números de viviendas} \times 6 \text{ habitantes/viviendas} \quad \text{Ecuación (3.25)}$$

$$PS = 74 \text{ vivs} \times 6 \text{ habs/vivs} = 444 \text{ habs.}$$

En el sitio más cercano al punto de descarga sector de la Residencial Valle Santa Rosa no se estimó crecimiento en la población, ya que según la Alcaldía afirma que es un sector en total saturación. Por lo tanto la población tomada para el diseño será la planteada en la tabla 13.

**Tabla 13. Datos de población total para el diseño de alcantarillado.**

LUGAR	No. VIVIENDAS	No. HABITANTES
III etapa, N/vida	399	2893
Anexo V Etapa	74	444
<b>TOTAL</b>	<b>473</b>	<b>3337</b>

Fuente: Propia.

➤ **Ubicación de las tuberías.**

Los ramales condominiales se ubicaron en las aceras de los lotes y la red pública o colector principal se colocaron sobre la calle a 1.10 metros de la banda norte como surgieren la normas en la guía de criterios técnicos para el diseño del sistema de INAA (ver el acápite 3.2.4.1).

El colector principal recorrerá la calle principal de la III etapa del barrio Nueva vida, atravesando la cercanía del cauce de la quinta etapa, hasta llegar al pozo de espera ubicado entre el anexo del barrio “El Porvenir” y el “Residencial Valle santa Rosa”.

➤ **Punto de descarga.**

El punto está ubicado entre el anexo del barrio “El Porvenir” y el “Residencial Valle santa Rosa”. Fue seleccionado ya que ENACAL, no tiene datos de otro pozo de visita que se encuentre cercano o localizado en el Residencial Valle Santa Rosa o algún otro sector favorable. Todas las aguas residuales serán drenadas totalmente por gravedad hacia el punto de descarga. La capacidad máxima del punto de descarga se comprobó en el acápite 5.2.1.3.



➤ **Diámetro, material y pendientes.**

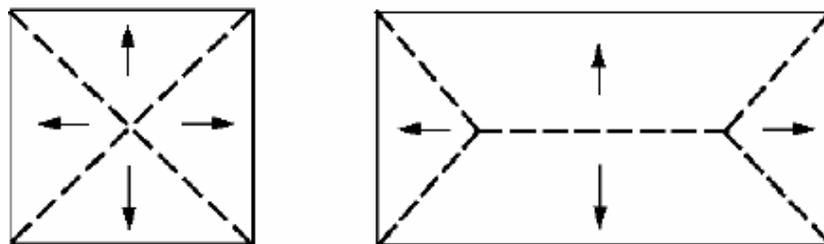
El material, los diámetros y pendientes fueron determinados de acuerdo a especificaciones técnicas de las normas de INAA. Todas las tuberías y accesorios serán de material PVC. La fórmula de Manning (Ec. 3.8) se utilizó para los cálculos hidráulicos del sistema de alcantarillado sanitario y para tomar el coeficiente de rugosidad  $n$  para este material que es 0.009. Los diámetros de tuberías utilizados en el diseño fueron 4" para conexiones domiciliarias y 6" (diámetro mínimo autorizado) para la red públicas (acápito 3.2.4.1).

➤ **Dotación de agua.**

Revisando las estadísticas operativas del sistema de agua potable de la localidad en estudio para determinar las dotaciones de aguas tomamos el valor guía de dotación (105L/hab/día) que especifica la guía técnica que debemos de tomar para el diseño de alcantarillados sanitarios y tratamiento de aguas residuales INAA, (ver tabla 2).

➤ **Áreas de servicio.**

Los caudales para el diseño de cada tramo fueron obtenidos en función de su área tributaria. Para la delimitación de áreas, se tomó en cuenta el trazado de los colectores: así como, su influencia presente y futura. Se asignó áreas proporcionales de acuerdo a la figura geométrica que el trazado configura, aclarando que la figura dependerá de la característica de las calles y de la topografía del terreno. La unidad de medida es hectárea (Ha). Ver figura 18.



Fuente: [www.civilgeeks.com/2012/09/07/diseño-y-métodos-constructivos-de-sistemas-de-alcantarillado-y-evacuación-de-aguas-residuales/](http://www.civilgeeks.com/2012/09/07/diseño-y-métodos-constructivos-de-sistemas-de-alcantarillado-y-evacuación-de-aguas-residuales/)

Figura 18. Determinación de áreas proporcionales que el trazado configura.



➤ **Caudal mínimo ( $Q_{min}$ ).**

Es el caudal que se puede presentar a la hora de menor consumo de agua con el cual se verifica la velocidad para garantizar el arrastre de los sólidos. El flujo mínimo aplicado en el diseño de alcantarillas, representa el flujo pico que resulta de la descarga de un inodoro sanitario. Determinamos el caudal mínimo de acuerdo a la experiencia Brasileña:

$$Q_{min} = 1,5 \text{ l/s ecuación (3.1)}$$

➤ **Caudal medio ( $Q_m$ ).**

Estimado al 80% de la dotación del consumo de agua. Debido a que no toda el agua utilizada va a drenar al sistema de alcantarillado, sino que parte de ella se esparcirá en otros usos como riegos o lavados.

➤ **Caudal máximo horario.**

El gasto máximo de aguas residuales fue determinado por la Ec. (3.2),  $Q_{mh} = K * Q_{med}$

Donde:

K = que es el Coeficiente de flujo máximo. Dado por  $K = K1 * K2$ ; Ecuación (3.3)

$K1=1,2$ : Es el coeficiente para estimar el caudal máximo diario con relación al caudal medio diario.

$K2= 1,5$  a  $2,2$ : Coeficiente de caudal máximo horario, es la relación entre caudal máximo horario y el caudal medio horario. Como nuestro tamaño de población está entre 2000 a 10000, nuestro coeficiente  $K2$  sería 2. (Según tabla 6).

➤ **Caudal de diseño ( $Q_d$ ).**

El dimensionamiento de los conductos fue diseñado tomando en cuenta los máximos caudales de descarga (Caudal máximo, horario, Caudal de infiltración, Caudal comercial, Caudal industrial, Caudal institucional) y lo encontramos según la siguiente expresión:

$$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_c + Q_{ind} + Q_{inst} \quad \text{Ecuación (3. 4)}$$

➤ **Caudal de Infiltración ( $Q_i$ ):**

Tomando en cuenta la infiltración de aguas superficiales a las redes de sistemas de alcantarillado sanitario que pueden infiltrarse a través de distintas maneras como juntas ejecutadas deficientes,



uniones de colectores con pozos de inspección, fisuras en los colectores y otras estructuras. Como criterio de diseño utilizaremos un caudal de infiltración en nuestro caso para tuberías plásticas 1300 gal/ha/d de tubería y por cada 25mm de diámetro (ver acápite 3.2.4.2).

➤ **Tirante Máximo:**

Fueron determinados por la guía de criterios técnicos para el diseño del sistema. INAA (2013), lo cual nos plantea;

- 50 % para tubería de 100 mm.
- 75 % para tubería de 150 mm y mayores.

➤ **Tensión Tractiva.**

Utilizamos la *Ecuación (3.5)* sin embargo la guía de criterios técnicos para el diseño del sistema. INAA (2013), recomienda valor mínimo de  $\tau = 1$  Pa

➤ **Pendiente mínima.**

Lo calculamos con el criterio de la tensión tractiva, *Ecuación (3.5)* pero considerando como parámetro una pendiente que garantice una tensión tractiva igual o mayor a 1 pascal ( $\tau = 1$  Pa).

➤ **Pendiente máxima admisible.**

Será aquella que garantice una velocidad no mayor de 5 m/s

➤ **Pérdida de carga Adicional.**

En todos los cambio de alineación (vertical u horizontal) se incluyó una pérdida de carga mínima de 3 cm. Pero antes fue verificada por una perdida igual a  $0.2 (Vm)^2/2g$  (*Ecuación 3.27*) entre la entrada y la salida de cada pozo de visita sanitario, no siendo en ningún caso tomada si era menor a los 0.03 m ante mencionado.

➤ **Conexiones domiciliars.**

Se instalarán 473 conexiones domiciliars (tubería que transporta las aguas residuales desde la caja domiciliar de una edificación o viviendas hasta la red colectora), donde dará cobertura al 100% de las viviendas de la III etapa del barrio Nueva Vida y algunas anexadas de la V etapa de este mismo barrio. Generalmente estas tendrán un diámetro de tubería de 4 pulgadas de material pvc.



➤ **Levantamiento topográfico.**

El levantamiento topográfico es una de las actividades de gran importancia utilizada previamente a la realización del diseño de la red, tomando en cuenta como parámetro y seguridad que esta se tuvo que haber realizado con precisión, ya que un error nos afectaría en las etapas siguientes.

Para la realización de la propuesta de diseño de alcantarillado sanitario para la tercera etapa del barrio nueva vida en el municipio de Ciudad Sandino, departamento de Managua, se hizo uso de base de datos obtenido y procesado en Excel por las cuadrillas topográficas del área de planificación y desarrollo de la alcaldía del municipio de Ciudad Sandino.

Para la lectura de la base datos nos auxiliamos de la herramienta de *Civil Cad 2013* esta nos permitió obtener datos precisos y a menor tiempo para la elaboración de nuestro diseño.

**5.2.1. Cálculos para el diseño de la red de recolección propuesta.**

**5.2.1.1. Ejemplo 1, tramo 1 – 2. ver figura 19.**

✚ **Proyección de población futura.**

Datos :

Población de la tercer etapa en el año 2015 : 2893 habitantes

Población de la quinta etapa que se anexara : 444 habitantes

Índice de crecimient : 3.3%

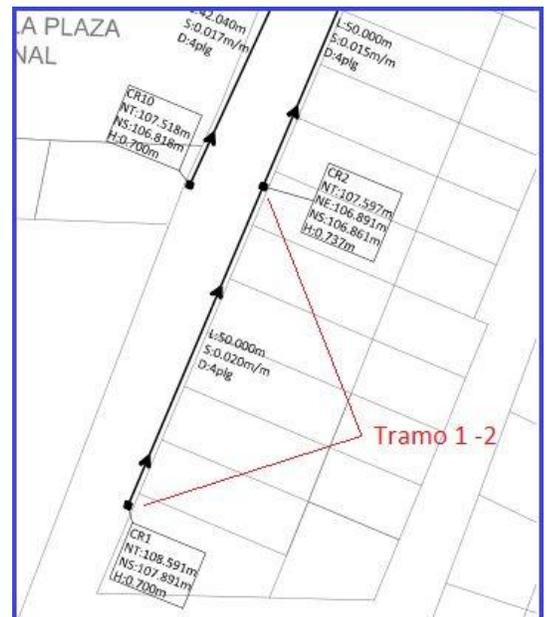
Periodo de diseño : 20 años.

➤ **poblacion al inicio del proyecto (2018).**

$P_f = P_{ac} [1 + \%]^n$  Ecuación (3. 26)

$P_f = (2893 + 444)[1 + 0.033]^{(2018-2015)}$

$P_f = 3678$  habitantes



**Figura 19. Esquema del tramo 1-2.**  
Fuente: Propia.



➤ **Población proyectada 20 años de vida útil (2038).**

$$Pf = Pac [1 + \%]^n$$

$$Pf = 3678 [1 + 0.033]^{(2038-2018)}$$

$$Pf = 7041 \text{ habitantes}$$

✚ **Cálculos de caudales.**

Datos:

Población total: 7041 habitantes

Área total de lotes: 8.8 Ha

Área tributaria del tramo: 0.0754 Ha

Longitud de la tubería: 50 m

Dotación: 105 lt/hab/día (Cuadro 4.2)

Q infilt: 2 lt/hr por cada 100 m de tubería y 25 mm de diámetro o  $5.555 \times 10^{-6}$  lt/s por cada 1m de tubería y 25 mm de diámetro.

**Nota:** Para todos los cálculos (ejemplo 1, tramo 1 – 2). Hicimos uso de la lámina la N° 5, de los planos de la red de alcantarillado propuesto.

➤ **Población correspondiente al tramo.**

Población del tramo = (Área tributaria del tramo \* Población total) / Área total de lotes

$$P = \frac{0.0754 * 7041}{8.8} \longrightarrow P = 60 \text{ habitantes}$$

➤ **Caudal medio.**

$$Q_m = 0.8 * \text{dotación de consumo de agua}$$

$$Q_m = 0.8 * (60 \text{ hab} * 105 \text{ lt/hab/día}) / (86400 \text{ seg/día})$$

$$Q_m = 0.0581 \text{ lt/seg}$$

➤ **Caudal comercial.**

$$Q_c = 0.07 * (60 \text{ hab} * 105 \text{ lt/hab/día}) / (86400 \text{ seg/día})$$

$$Q_c = 0.0051 \text{ lt/seg}$$



➤ **Caudal institucional.**

$$Q_{int} = 0.07 * (60hab * 105 \text{ lt/hab/dia}) / (86400 \text{ seg/dia})$$

$$Q_{int} = 0.0051 \text{ lt/seg}$$

➤ **Caudal industrial**

$$Q_{ind} = 0$$

➤ **Caudal Máxima Hora.**

$$Q_{mh} = k * Q_m;$$

$$\text{Dónde : } k = k_1 * k_2; \quad k_1 = 1.2; \quad k_2 = 2$$

$$k = 1.2 * 2 = 2.4$$

$$Q_{mh} = 2.4 * 0.0581 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{mh} = 0.1395 \text{ lt/seg}$$

➤ **Caudal de infiltración.**

$$Q_{inf} = \text{longitud} * \text{coeficiente de infil}$$

$$Q_{inf} = 50.00\text{m} * (5.555 \times 10^{-6} \text{ lt/seg})$$

$$\text{Para un diámetro de tubería de 25 mm } Q_{inf} = 2.7775 \times 10^{-4} \text{ lt/seg}$$

$$\text{Para diámetro de tubería de 0.2 m } Q_{inf} = 0.0011 \text{ lt/seg}$$

➤ **Caudal de diseño.**

$$Q_D = Q_{mh} + Q_{inf} + Q_{especiales}$$

$$Q_D = 0.1395 \text{ lt/seg} + 0.0011 \text{ lt/seg} + (0.0051 \text{ lt/seg} + 0.0051 \text{ lt/seg} + 0)$$

$$Q_D = 0.1508 \text{ lt/seg}$$

**Nota:** Puesto que el caudal de diseño calculado es menor al caudal mínimo se asume un caudal de 1.5 lt/

✚ **Cálculos hidráulicos**

*Datos*

$$Q = 1.5 \text{ lt/s}$$

$$S = 0.02 \text{ m/m}$$

$$n = 0.009 \text{ (PVC)}$$

$$\phi = 0.1 \text{ m} \approx 4''$$



➤ **Area a tubo lleno.**

$$A_{ll} = \frac{\pi}{4} \phi^2 \approx A_{ll} = \frac{\pi}{4} (0.1)^2 = 0.0078m^2 \quad \text{Ecuación (3.9)}$$

➤ **Perimetro.**

$$p_{ll} = \pi \phi = \pi(0.1) = 0.3142m$$

➤ **Radio hidráulico.**

$$Rh = \frac{A}{P} (A.tubo.lleno)$$

$$Rh = \frac{0.0078m}{0.3142m} = 0.0250m$$

➤ **Velocidad a tubo lleno.**

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} x S^{1/2} \approx \frac{1}{0.009} (0.025)^{2/3} x (0.02)^{1/2} = 1.3435m/s. \quad \text{Ecuación (3.8)}$$

➤ **Caudal a tubo lleno.**

$$Q_{ll} = V_{ll} x A_{ll} = 1.3435 \frac{m}{s} x 0.0078m^2 = 0.0106 \frac{m^3}{s}. \quad \text{Ecuación (3.7)}$$

➤ **Relaciones a tubo parcialmente lleno.**

$$\frac{Q}{Q_{ll}} = \frac{1.5/1000}{0.0106} \approx \frac{Q}{Q_{ll}} = 0.1422$$

➤ **Velocidad a tubo parcialmente lleno.**

$$0.1400 = 0.7050$$

$$0.1422 = V / V_{ll}$$

$$0.1500 = 0.7200$$

$$\frac{0.1500 - 0.1400}{0.1422 - 0.1400} = \frac{0.7200 - 0.7050}{v / v_{ll} - 0.7050}$$

$$V / V_{ll} = 0.7082$$

$$V_{diseño} = v_{ll} * v / v_{ll} \approx 1.3435 * 0.7082 \approx V_{diseño} = 0.9515m/s$$



➤ **Tirante a tubo parcialmente lleno.**

$$0.1400 = 0.2530$$

$$0.1422 = d / D$$

$$0.1500 = 0.2620$$

$$\frac{0.1500 - 0.1400}{0.1422 - 0.1400} = \frac{0.2620 - 0.2530}{d / D - 0.2530} = 0.2549$$

$$d / D = 0.2549 * 100$$

$$d / D = 25.5\% < 75\%$$

$$d = D * d / D_{II} \approx 0.1 * 0.2549 \approx d = 0.0255m$$

➤ **Radio hidráulico a tubo parcialmente lleno.**

$$0.1400 = 0.5920$$

$$0.1422 = r / Rh$$

$$0.1500 = 0.6110$$

$$\frac{0.1500 - 0.1400}{0.1500 - 0.1422} = \frac{0.6110 - 0.5920}{r/Rh - 0.5920} = 0.5961$$

$$r = Rh_{II} * (r/Rh) \approx 0.025 * 0.5961 = 0.0149m$$

➤ **Fuerza tractiva.**

$$\tau = wR_h S = (9,810N / m^3)(0.0149m)(0.02)$$

Ecuación (3.5)

$$\tau = 2.9239pa > 1pa..OK$$

✚ **Cálculos topográficos.**

Datos

Long tramo = 50 m

S tubo = 0.02 m/m

ϕ tubo = 0.1 m

Caja de inspeccion = 0.6m (diametro)

Cota inicio (terreno) = 108.5908 m

Cota final (terreno) = 107.5974 m

Elemento = Ramal condominial, Ubicación = Acera



➤ **Elevación de corona salida.**

Elevación de corona de salida= (elev de terreno – recubrimiento mín)

$$= 108.5908 \text{ m} - 0.6 \text{ m}$$

Ecuación (3. 20)

$$= 107.9908 \text{ m}$$

➤ **Elevación de corona de entrada en el siguiente PVS**

$$= 107.9908 \text{ m} - (50.00 * 0.02)$$

Ecuación (3. 21)

$$= 106.9908 \text{ m}$$

➤ **Elevación Inver salida.**

$$= 107.9908 \text{ m} - 0.1 \text{ m}$$

Ecuación (3. 22)

$$= 107.8908 \text{ m}$$

➤ **Elevación Inver Entrada.**

$$= 106.9908 \text{ m} - 0.1 \text{ m}$$

$$= 106.8908 \text{ m}$$

➤ **Volumen de excavación en pozo.**

Diametro de caja de inspeccion = 0.6 m

$$A_{Exc} = \pi r^2 \rightarrow \pi(0.3m + 0.75m)^2 = 3.4636m^2$$

Prof = Cota terreno - (cota inver - 0.2)

$$= 108.5908 - (107.8908 - 0.2)$$

$$= 0.9 \text{ m}$$

$$\text{volumen de Exc}_{\text{pozo}} = A_{Exc} * \text{Prof}$$

Ecuación (3. 23)

$$\text{volumen} = 3.4636 \text{ m}^2 * 0.9 \text{ m}$$

$$\text{volumen} = 3.1172 \text{ m}^3$$

➤ **Volumen de excavación en tubería.**

Ancho de exc=0.1m +1 m=1.1 m;

H= cota terreno – cota inver + cama de arena.



$$A = \left( \frac{H_1 + H_2}{2} \right) * L$$

$$A = \left( \frac{H_1 + H_2}{2} \right) * L$$

$$A = \frac{(108.5908 - 107.8908 + 0.15)m + (107.5974 - 106.8908 + 0.15)m}{2} * 50.00m$$

$$A = 42.6635m^2$$

$$Vol = 42.6635m^2 * 1.1m$$

Ecuación (3.24)

$$vol = 46.9299m^3$$

### 5.2.1.2. Ejemplo 2, último tramo 194 – 195. Ver figura 20.

Datos:

Población : 7041 habitantes

Dotación : 105 lt/hab/día (Cuadro 4.2)

Q infiltr : 2 lt/hr porcada 100 m de tubería y 25 mm de diámetro ó 5.555X10<sup>-6</sup> lt/seg porcada 1 m de tubería y 25 mm de diámetro.

#### ✚ Cálculos de caudales.

##### ➤ Caudal medio.

$Q_m = 0.8 * \text{dotación de consumo del agua}$

$Q_m = 0.8 * (7041 \text{ hab} * 105 \text{ lt/hab/día}) / (86400 \text{ seg/día})$

$Q_m = 6.8454 \text{ lt/seg}$

##### ➤ Caudal comercial.

$Q_c = 0.07 * (7041 \text{ hab} * 105 \text{ lt/hab/día}) / (86400 \text{ seg/día})$

$Q_c = 0.5989 \text{ lt/seg}$

##### ➤ Caudal institucional.

$Q_c = 0.07 * (7041 \text{ hab} * 105 \text{ lt/hab/día}) / (86400 \text{ seg/día})$

$Q_c = 0.5989 \text{ lt/seg}$



Figura 20. Esquema del tramo 194-195.  
Fuente: Propia.



➤ **Caudal industrial (No hay industrias).**

$$Q_{ind} = 0$$

➤ **Caudal Máxima Hora.**

$$Q_{mh} = k * Q_m;$$

$$\text{Dónde: } k = k_1 * k_2;$$

$$k_1 = 1.2; k_2 = 2$$

$$k = 1.2 * 2$$

$$k = 2.4$$

$$Q_{mh} = 2.4 * 6.8454 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{mh} = 16.4290 \text{ lt/seg}$$

Ecuación (3.3)

(Tabla 6)

**Nota:** Para observar la ubicación del tramo ver lamina N<sup>o</sup> 6 del juego de planos del Anexo H.

**Nota:** Se omitió el cálculo de número de habitantes en el tramo puesto que es el último de la red lo que implica que los habitantes será la población total.

➤ **Caudal de infiltración.**

$$Q_{inf} = \text{long de tramo} * \text{coeficiente de infiltración}$$

$$Q_{inf} = 82.221 * (5.555 \times 10^{-6} \text{ lt/seg})$$

$$\text{Para un diámetro de tubería de 25 mm } Q_{inf} = 4.567 \times 10^{-4} \text{ lt/seg}$$

$$\text{Para diámetro de tubería de 0.2 m } Q_{inf} = 0.0037 \text{ lt/seg}$$

Caudal de infiltración acumulado: 0.2009 lt/s

$$Q_{inf} \text{ acumulado en el tramo: } 0.2009 \text{ lt/s} + 0.0037 \text{ lt/s} = 0.2046 \text{ lt/s.}$$

**Nota** El “caudal de infiltración acumulado anterior” se calcula sumando los caudales de infiltraciones de los tramos anteriores al tramo en estudio.

➤ **Caudal de diseño.**

$$Q_D = Q_{mh} + Q_{inf} + Q_{especiales}$$

Ecuación (3.4)

$$Q_D = 16.4290 \text{ lt/seg} + 0.2045 \text{ lt/seg} + (0.5989 \text{ lt/seg} + 0.5989 \text{ lt/seg} + 0)$$

$$Q_D = 17.8314 \text{ lt/seg}$$



## ✚ Cálculos hidráulicos.

*Datos*

$$Q = 17.8314 \text{ lt/s}$$

$$S = 0.0038$$

$$n = 0.009 \text{ (PVC)}$$

$$\phi = 0.2 \text{ m} \approx 8''$$

### ➤ Area a tubo lleno.

$$A_{ll} = \frac{\pi}{4} \phi^2 \approx A_{ll} = \frac{\pi}{4} (0.2)^2 = 0.0314 \text{ m}^2$$

### ➤ Perimetro.

$$p_{ll} = \pi \phi = \pi (0.2) = 0.6283 \text{ m}$$

### ➤ Radio hidráulico.

$$Rh = \frac{A}{P} (A_{\text{tubo lleno}})$$

$$Rh = \frac{0.031 \text{ m}}{0.628 \text{ m}} = 0.05 \text{ m}$$

### ➤ Velocidad a tubo lleno.

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} \times S^{1/2} \approx \frac{1}{0.009} (0.05)^{2/3} \times (0.0038)^{1/2} = 0.9296 \text{ m/s} \quad \text{Ecuación (3.7)}$$

### ➤ Caudal a tubo lleno.

$$Q_{ll} = V_{ll} \times A_{ll} = 0.9296 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 0.0314 \text{ m}^2 = 0.0292 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

### ➤ Relaciones a tubo parcialmente lleno.

$$\frac{Q}{Q_{ll}} = \frac{17.8314/1000}{0.0292} \approx \frac{Q}{Q_{ll}} = 0.6106$$



➤ **Velocidad a tubo parcialmente lleno.**

$$0.6100 = 1.0490$$

$$0.6106 = V / V_{ll}$$

$$0.6200 = 1.0530$$

$$\frac{0.6200 - 0.6100}{0.6106 - 0.6100} = \frac{1.0530 - 1.0490}{v / v_{ll} - 1.0490}$$

$$V / V_{ll} = 1.0492$$

$$V_{diseño} = v_{ll} * v / v_{ll} \approx 0.9296 * 1.0492 = 0.9754 m/s$$

➤ **Tirante a tubo parcialmente lleno.**

$$Q/Q_{ll} \quad d/D$$

$$0.6100 = 0.5640$$

$$0.6106 = d/D$$

$$0.6200 = 0.5700$$

$$\frac{0.6200 - 0.6100}{0.611 - 0.6100} = \frac{0.5700 - 0.5640}{d / D - 0.5640} = 0.5643$$

$$d / D = 0.5643 * 100$$

$$d / D = 56.43\% < 75\%$$

$$d = D * d / D_{ll} \approx 0.2 * 0.5643 \approx d = 0.1129 m$$

➤ **Radio hidraulico a tubo parcialmente lleno.**

$$Q/Q_{ll} \quad r/Rh$$

$$0.6100 = 1.0750$$

$$0.6106 = r/Rh$$

$$0.6200 = 1.0810$$

$$\frac{0.6200 - 0.6100}{0.611 - 0.6100} = \frac{1.0810 - 1.0750}{r/Rh - 1.0750} = 1.0753$$

$$rh = (Rh_{ll})(r/Rh) \approx 0.05 * 1.0753 = 0.0538 m$$



➤ **Fuerza tractiva.**

$$\tau = wR_h S = (9,810N / m^3)(0.0538m)(0.0038).$$

$$\tau = 2.0043pa > 1pa..OK$$

✚ **Cálculos topográficos**

Tramo 194 al 195(punto de descarga)

Datos

Long tramo = 82.221 m

S tubo = 0.0038 m/m

$\phi$  tubo = 0.2 m

$\phi$  PVS = 1.2 m (diametro interno)

Cota inicio (terreno) = 95.2410 m

Cota final (terreno) = 95.5386 m

Elevacion de corona entrada en PVS 194 = 94.6139 m

Elemento = Red pública o colector principal

Ubicación = Calle.

Perdida de carga

$$= 0.2 (V_m)^2 / 2g .$$

Ecuación (3.27)

$$= \frac{0.2(0.9754m / s)^2}{2(9.81m / s^2)}$$

$$= 0.009 m < 0.03 m$$

se usara 0.03 m.

➤ **Elevación de corona salida.**

Elevación de corona salida

= Elevación entrada - perdida de carga;

Ecuación (3.20)

$$= 94.6139 m - 0.03 m$$

$$= 94.5839 m$$

➤ **Elevación de corona de entrada en el siguiente PVS.**

$$= 94.5839 m - (82.221 * 0.0038)$$

Ecuación (3.21)

$$= 94.2715 m$$



➤ **Elevación Inver salida.**

$$= 94.5839 \text{ m} - 0.2 \text{ m} \qquad \text{Ecuación (3.22)}$$

$$= 94.3839 \text{ m}$$

➤ **Elevación Inver Entrada.**

$$= 94.2715 \text{ m} - 0.2 \text{ m}$$

$$= 94.0715 \text{ m}$$

➤ **Volumen de excavación en pozo.**

Diámetro del pozo= 1.2 m

$$A_{\text{exc}} = \pi r^2 \rightarrow \pi(0.6\text{m}+0.9\text{m})^2 = 7.0684 \text{ m}^2$$

Profundidad del pozo

$$= \text{cota terreno} - (\text{cota inver} - 0.2)$$

$$= 95.241 - (94.3839 - 0.2)$$

$$= 1.0571 \text{ m}$$

Volumen de excavación

$$= 7.0684 \text{ m}^2 * 1.0571 \text{ m}$$

$$= 7.4717 \text{ m}^2$$

➤ **Volumen de excavación en tubería.**

Ancho de exc=0.2m +1 m=1.2 m;

H= cota terreno – cota inver + cama de arena

$$A = \left( \frac{H_1 + H_2}{2} \right) * L$$

$$A = \frac{(95.2410 - 94.3839 + 0.15)\text{m} + (95.5386 - 94.0715 + 0.15)\text{m}}{2} * 82.221\text{m}$$

$$A = 107.8837\text{m}^2$$

$$\text{Vol} = 107.8822\text{m}^2 * 1.2\text{m} \qquad \text{Ecuación (3.24)}$$

$$\text{vol} = 129.4604\text{m}^3$$



➤ **Comprobando nivel de llegada al punto de descarga (PVS 195).**

Elevacion de terreno = 95.5386 m

Profundidad del pozo = 1.50 m

Elevación del inver de entrada = 94.0715 m

Elevación del fondo del punto de descarga

$95.539\text{m} - 1.50\text{m} = 94.0386\text{m}$

$94.0386\text{m} < 94.0715\text{m}$ . OK

**5.2.1.3. Capacidad teorica del punto de descarga.**

Para determinar si el punto de descarga tiene capacidad de transportar el caudal producido por la tercera etapa del barrio Nueva Vida es necesario tomar en cuenta el caudal producido por el residencial Valle Santa Rosa y verificar si el diámetro de la tubería existente es adecuado.

✚ **Cálculos de número de habitantes del residencial Valle Santa Rosa.**

Considerando este un sector saturado teniendo un número de 951 viviendas o lotes y un promedio de 6 personas por vivienda, obtenemos:

# de habitantes= (951 viviendas) \* (6 habitantes/vivienda)

# de habitantes= 5,706 habitantes.

✚ **Cálculos de caudales.**

$Q = 5,706 \text{ habitantes} * \frac{105 \text{ lt/hab}}{86400 \text{ seg}}$

$Q = 6.9344 \text{ lt/seg}$

➤ **Caudal Medio.**

$Q_m = 0.8 * Q$

$Q_m = 0.8 * 6.9344 \text{ lt/seg}$

$Q_m = 5.5475 \text{ lt/seg}$



➤ **Caudal Máximo.**

$$Q_{\max} = H * Q_{\text{prom}}$$

**Nota:** Asumiendo que el alcantarillado existente es del tipo convencional se utilizara el factor de armon

$$H = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{p}}, \text{ p: población en miles}$$

$$H = 3.1914$$

$$Q_{\max} = 3.1914 * 5.5475$$

$$Q_{\max} = 17.7043 \text{ lt/seg}$$

**Nota:** Debido a falta de datos para estimar el caudal de infiltración y caudales especiales se asumirá para el residencial Valle Santa Rosa un caudal de diseño de 20 lt/seg.

➤ **Caudal total en el punto de descarga.**

$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{de Nueva vida 3ra etapa}} + Q_{\text{de residencial Valle Santa rosa}}$$

$$Q_{\text{total}} = 17.8314 \text{ lt/seg} + 20 \text{ lt/seg}$$

$$Q_{\text{total}} = 37.8314 \text{ lt/seg}$$

Para efectos del cálculo utilizaremos un caudal de 40 lt/seg.

✚ **Cálculos hidráulicos.**

De los planos brindados por ENACAL y el cálculo anterior obtenemos los siguientes datos:

$$Q = 40 \text{ lt/seg}$$

$$\Phi = 0.3 \text{ m}$$

$$S = 0.005 \text{ m/m}$$

$$n = 0.009 \text{ (pvc)}$$

➤ **Área a tubo lleno.**

$$A_{ll} = \frac{\pi}{4} \phi^2 \approx A_{ll} = \frac{\pi}{4} (0.3)^2 = 0.0707 \text{ m}^2$$

➤ **Perímetro.**

$$p_{ll} = \pi \phi = \pi (0.3) = 0.9425 \text{ m}$$



➤ **Radio hidráulico.**

$$Rh = \frac{A}{P} (A.tubo.lleno)$$

$$Rh = \frac{0.0707m}{0.9425m} = 0.0750m$$

➤ **Velocidad a tubo lleno.**

$$V = \frac{1}{n} Rh^{2/3} x S^{1/2} \approx \frac{1}{0.009} (0.075)^{2/3} x (0.005)^{1/2} = 1.3973m/s \quad \text{Ecuación (3.8)}$$

➤ **Caudal a tubo lleno.**

$$Q_{ll} = V_{ll} x A_{ll} = 1.3973 \frac{m}{s} x 0.0707m^2 = 0.0988 \frac{m^3}{s}$$

➤ **Relaciones a tubo parcialmente lleno.**

$$\frac{Q}{Q_{ll}} = \frac{40/1000}{0.0988} \approx \frac{Q}{Q_{ll}} = 0.4050$$

➤ **Velocidad a tubo parcialmente lleno.**

$$V / V_{ll} = 0.9450$$

$$V_{diseño} = 1.3232m/s$$

➤ **Tirante a tubo parcialmente lleno.**

$$d / D = 0.4430$$

$$d / D = 44.3\% < 75\%$$

➤ **Radio hidráulico a tubo parcialmente lleno.**

$$r/Rh = 0.9225$$

$$rh = 0.0692m$$

➤ **Fuerza tractiva**

$$\tau = wR_h S = (9,810N/m^3)(0.0692m)(0.005) \quad \text{Ecuación (3.5)}$$

$$\tau = 3.3936pa > 1pa..OK$$



## 5.2.2. Tabla de resultados del diseño propuesto.

### 5.2.2.1. Tabla de resultados de los cálculos de caudales.

CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES - SISTEMA CONDOMINIAL											
PVS	LONG	POBLACION		FACTOR	Q PROM	Q MH	Q INFIL	Q INFIL	Q ESPEC	Q DISEÑO	Q DISEÑO
DEL - AL	(m)	PROPIA	ACUM	K	(lps)	(lps)	PROP (lps)	ACUM (lps)	(lps)	CALC (lps)	ASUM (lps)
1-2	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
2-3	50.00	60	120	2.40	0.1163	0.2790	0.0011	0.0022	0.0203	0.3016	1.5000
3-4	50.00	60	179	2.40	0.1744	0.4185	0.0011	0.0033	0.0305	0.4524	1.5000
4-5	30.67	37	216	2.40	0.2100	0.5041	0.0007	0.0040	0.0368	0.5449	1.5000
5-6	10.11	0	216	2.40	0.2100	0.5041	0.0002	0.0042	0.0368	0.5451	1.5000
10-9	42.04	50	50	2.40	0.0489	0.1173	0.0009	0.0009	0.0086	0.1268	1.5000
9-8	50.00	60	110	2.40	0.1070	0.2568	0.0011	0.0020	0.0187	0.2776	1.5000
8-6	45.41	54	164	2.40	0.1598	0.3835	0.0010	0.0031	0.0280	0.4145	1.5000
6-7	10.07	0	380	2.40	0.3699	0.8876	0.0002	0.0075	0.0647	0.9599	1.5000

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).

**Tabla 15. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 11 al 15).**

CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES - SISTEMA CONDOMINIAL											
PVS	LONG	POBLACION		FACTOR	Q PROM	Q MH	Q INFIL	Q INFIL	Q ESPEC	Q DISEÑO	Q DISEÑO
DEL - AL	(m)	PROPIA	ACUM	K	(lps)	(lps)	PROP (lps)	ACUM (lps)	(lps)	CALC (lps)	ASUM (lps)
11-12	39.83	48	48	2.40	0.0463	0.1111	0.0009	0.0009	0.0081	0.1201	1.5000
12-13	39.83	48	95	2.40	0.0926	0.2223	0.0009	0.0018	0.0162	0.2403	1.5000
13-14	25.84	31	126	2.40	0.1227	0.2944	0.0006	0.0023	0.0215	0.3182	1.5000
17-16	39.94	48	48	2.40	0.0464	0.1114	0.0009	0.0009	0.0081	0.1204	1.5000
16-14	39.94	48	96	2.40	0.0929	0.2229	0.0009	0.0018	0.0163	0.2409	1.5000
14-15	10.31	0	222	2.40	0.2155	0.5172	0.0002	0.0043	0.0377	0.5593	1.5000

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).

**Tabla 16. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 98 al 104).**

CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES - SISTEMA CONDOMINIAL											
PVS	LONG	POBLACION		FACTOR	Q PROM	Q MH	Q INFIL	Q INFIL	Q ESPEC	Q DISEÑO	Q DISEÑO
DEL - AL	(m)	PROPIA	ACUM	K	(lps)	(lps)	PROP (lps)	ACUM (lps)	(lps)	CALC (lps)	ASUM (lps)
98-99	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
99-100	39.40	47	107	2.40	0.1039	0.2495	0.0009	0.0020	0.0182	0.2696	1.5000
100-101	26.16	31	138	2.40	0.1344	0.3225	0.0006	0.0026	0.0235	0.3485	1.5000
110-109	49.74	59	59	2.40	0.0578	0.1388	0.0011	0.0011	0.0101	0.1500	1.5000
109-101	31.97	38	98	2.40	0.0950	0.2280	0.0007	0.0018	0.0166	0.2464	1.5000
101-102	5.55	0	236	2.40	0.2294	0.5504	0.0001	0.0045	0.0401	0.5951	1.5000
108-107	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
107-102	32.83	39	99	2.40	0.0963	0.2311	0.0007	0.0018	0.0169	0.2498	1.5000
102-103	26.03	31	366	2.40	0.3559	0.8542	0.0006	0.0075	0.0623	0.9240	1.5000
106-105	44.81	54	54	2.40	0.0521	0.1250	0.0010	0.0010	0.0091	0.1352	1.5000
105-103	40.66	49	102	2.40	0.0994	0.2385	0.0009	0.0019	0.0174	0.2578	1.5000
103-104	8.33	0	468	2.40	0.4553	1.0927	0.0002	0.0096	0.0797	1.1820	1.5000

Fuente: Propia

Nota: Ver anexo h (Lamina 4 de los planos).



**Tabla 17. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 111 al 116)**

CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES - SISTEMA CONDOMINIAL											
PVS	LONG	POBLACION		FACTOR	Q PROM	Q MH	Q INFIL	Q INFIL	Q ESPEC	Q DISEÑO	Q DISEÑO
DEL - AL	(m)	PROPIA	ACUM	K	(lps)	(lps)	PROP (lps)	ACUM (lps)	(lps)	CALC (lps)	ASUM (lps)
111-112	66.41	79	79	2.40	0.0772	0.1853	0.0015	0.0015	0.0135	0.2003	1.5000
112-113	4.80	0	79	2.40	0.0772	0.1853	0.0001	0.0015	0.0135	0.2003	1.5000
121-113	52.61	63	63	2.40	0.0612	0.1468	0.0012	0.0012	0.0107	0.1587	1.5000
113-114	30.65	37	179	2.40	0.1740	0.4176	0.0007	0.0028	0.0305	0.4509	1.5000
120-119	51.32	61	61	2.40	0.0597	0.1432	0.0011	0.0011	0.0104	0.1548	1.5000
119-114	47.54	57	118	2.40	0.1149	0.2758	0.0011	0.0021	0.0201	0.2981	1.5000
114-115	26.02	31	328	2.40	0.3192	0.7661	0.0006	0.0055	0.0559	0.8275	1.5000
118-117	46.03	55	55	2.40	0.0535	0.1284	0.0010	0.0010	0.0094	0.1388	1.5000
117-115	53.23	64	119	2.40	0.1154	0.2770	0.0012	0.0022	0.0202	0.2994	1.5000
115-116	9.99	0	447	2.40	0.4346	1.0430	0.0002	0.0079	0.0761	1.1270	1.5000

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 4 de los planos).

**Tabla 18. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales (tramo del 18 al 27).**

CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES - SISTEMA CONDOMINIAL											
PVS	LONG	POBLACION		FACTOR	Q PROM	Q MH	Q INFIL	Q INFIL	Q ESPEC	Q DISEÑO	Q DISEÑO
DEL - AL	(m)	PROPIA	ACUM	K	(lps)	(lps)	PROP (lps)	ACUM (lps)	(lps)	CALC (lps)	ASUM (lps)
18-19	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
19-20	43.66	52	112	2.40	0.1089	0.2613	0.0010	0.0021	0.0191	0.2825	1.5000
20-21	26.32	31	143	2.40	0.1395	0.3348	0.0006	0.0027	0.0244	0.3619	1.5000
57-56	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
56-21	43.31	52	112	2.40	0.1085	0.2604	0.0010	0.0021	0.0190	0.2814	1.5000
21-22	8.20	0	255	2.40	0.2480	0.5951	0.0002	0.0049	0.0434	0.6435	1.5000
55-54	49.60	59	59	2.40	0.0577	0.1384	0.0011	0.0011	0.0101	0.1496	1.5000
54-22	42.93	51	111	2.40	0.1076	0.2582	0.0010	0.0021	0.0188	0.2791	1.5000
22-23	26.13	31	397	2.40	0.3859	0.9262	0.0006	0.0076	0.0675	1.0013	1.5000
53-52	49.22	59	59	2.40	0.0572	0.1373	0.0011	0.0011	0.0100	0.1485	1.5000
52-23	44.12	53	112	2.40	0.1085	0.2604	0.0010	0.0021	0.0190	0.2815	1.5000
23-24	5.41	0	509	2.40	0.4945	1.1867	0.0001	0.0097	0.0865	1.2830	1.5000
24-25	63.90	76	585	2.40	0.5687	1.3650	0.0021	0.0119	0.0995	1.4764	1.5000
45-44	49.91	60	60	2.40	0.0580	0.1393	0.0011	0.0011	0.0102	0.1505	1.5000
44-43	44.97	54	113	2.40	0.1103	0.2647	0.0010	0.0021	0.0193	0.2862	1.5000
43-42	25.86	31	144	2.40	0.1404	0.3369	0.0006	0.0027	0.0246	0.3642	1.5000
47-46	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
46-42	44.76	54	113	2.40	0.1102	0.2644	0.0010	0.0021	0.0193	0.2858	1.5000
42-41	3.78	0	258	2.40	0.2506	0.6013	0.0001	0.0049	0.0438	0.6500	1.5000
49-48	49.54	59	59	2.40	0.0576	0.1382	0.0011	0.0011	0.0101	0.1494	1.5000
48-41	44.29	53	112	2.40	0.1091	0.2618	0.0010	0.0021	0.0191	0.2830	1.5000
41-40	29.74	36	405	2.40	0.3942	0.9461	0.0007	0.0076	0.0690	1.0227	1.5000
51-50	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
50-40	44.00	53	112	2.40	0.1093	0.2623	0.0010	0.0021	0.0191	0.2835	1.5000
40-25	5.17	0	518	2.40	0.5035	1.2084	0.0001	0.0098	0.0881	1.3063	1.5000
25-26	59.70	71	1174	2.40	1.1417	2.7400	0.0020	0.0237	0.1998	2.9634	2.9635
33-32	49.29	59	59	2.40	0.0573	0.1375	0.0011	0.0011	0.0100	0.1487	1.5000
32-31	44.09	53	112	2.40	0.1086	0.2606	0.0010	0.0021	0.0190	0.2817	1.5000
31-30	25.80	31	143	2.40	0.1386	0.3326	0.0006	0.0026	0.0243	0.3595	1.5000
35-34	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
34-30	42.01	50	110	2.40	0.1070	0.2567	0.0009	0.0020	0.0187	0.2775	1.5000
30-29	3.44	0	253	2.40	0.2455	0.5893	0.0001	0.0048	0.0430	0.6370	1.5000
37-36	49.77	60	60	2.40	0.0579	0.1389	0.0011	0.0011	0.0101	0.1501	1.5000
36-29	41.35	49	109	2.40	0.1059	0.2543	0.0009	0.0020	0.0185	0.2748	1.5000
29-28	28.78	34	396	2.40	0.3849	0.9239	0.0006	0.0074	0.0674	0.9986	1.5000
39-38	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
38-28	39.90	48	108	2.40	0.1045	0.2509	0.0009	0.0020	0.0183	0.2711	1.5000
28-26	4.15	0	503	2.40	0.4895	1.1747	0.0001	0.0095	0.0857	1.2699	1.5000
26-27	10.83	0	1678	2.40	1.6311	3.9147	0.0004	0.0335	0.2854	4.2337	4.2338

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 19. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales. (tramo del 58 al 67 ).**

CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES - SISTEMA CONDOMINIAL											
PVS	LONG	POBLACION		FACTOR	Q PROM	Q MH	Q INFIL	Q INFIL	Q ESPEC	Q DISEÑO	Q DISEÑO
DEL - AL	(m)	PROPIA	ACUM	K	(lps)	(lps)	PROP (lps)	ACUM (lps)	(lps)	CALC (lps)	ASUM (lps)
58-59	39.86	48	48	2.40	0.0463	0.1112	0.0009	0.0009	0.0081	0.1202	1.5000
59-60	52.65	63	111	2.40	0.1076	0.2581	0.0012	0.0021	0.0188	0.2790	1.5000
60-61	26.74	32	143	2.40	0.1386	0.3327	0.0006	0.0026	0.0243	0.3596	1.5000
97-96	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
96-61	44.85	54	113	2.40	0.1103	0.2647	0.0010	0.0021	0.0193	0.2861	1.5000
61-62	6.81	0	256	2.40	0.2489	0.5974	0.0002	0.0049	0.0436	0.6459	1.5000
95-94	49.24	59	59	2.40	0.0573	0.1374	0.0011	0.0011	0.0100	0.1485	1.5000
94-62	45.58	55	113	2.40	0.1102	0.2646	0.0010	0.0021	0.0193	0.2860	1.5000
62-63	26.43	32	401	2.40	0.3899	0.9357	0.0006	0.0076	0.0682	1.0116	1.5000
93-92	42.83	51	51	2.40	0.0498	0.1195	0.0010	0.0010	0.0087	0.1292	1.5000
92-63	50.81	61	112	2.40	0.1089	0.2613	0.0011	0.0021	0.0191	0.2824	1.5000
63-64	12.56	0	513	2.40	0.4988	1.1970	0.0003	0.0100	0.0873	1.2942	1.5000
64-65	63.35	76	589	2.40	0.5724	1.3738	0.0021	0.0121	0.1002	1.4860	1.5440
85-84	36.83	44	44	2.40	0.0428	0.1028	0.0008	0.0008	0.0075	0.1111	1.5000
84-83	45.33	54	98	2.40	0.0955	0.2292	0.0010	0.0018	0.0167	0.2478	1.5000
83-82	26.28	31	130	2.40	0.1261	0.3026	0.0006	0.0024	0.0221	0.3270	1.5000
87-86	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
86-82	39.12	47	107	2.40	0.1036	0.2487	0.0009	0.0020	0.0181	0.2688	1.5000
82-81	6.03	0	236	2.40	0.2297	0.5512	0.0001	0.0045	0.0402	0.5960	1.5000
89-88	48.19	58	58	2.40	0.0560	0.1345	0.0011	0.0011	0.0098	0.1453	1.5000
88-81	40.43	48	106	2.40	0.1030	0.2473	0.0009	0.0020	0.0180	0.2673	1.5000
81-80	25.83	31	373	2.40	0.3628	0.8706	0.0006	0.0071	0.0635	0.9412	1.5000
91-90	43.13	52	52	2.40	0.0501	0.1204	0.0010	0.0010	0.0088	0.1301	1.5000
90-80	46.63	56	107	2.40	0.1044	0.2505	0.0010	0.0020	0.0183	0.2707	1.5000
80-65	12.68	0	480	2.40	0.4671	1.1211	0.0003	0.0093	0.0817	1.2121	1.5000
65-66	59.16	71	1140	2.40	1.1083	2.6599	0.0020	0.0234	0.1940	2.8772	2.9635
73-72	41.76	50	50	2.40	0.0485	0.1165	0.0009	0.0009	0.0085	0.1259	1.5000
72-71	47.27	57	106	2.40	0.1035	0.2484	0.0010	0.0020	0.0181	0.2685	1.5000
71-70	26.14	31	138	2.40	0.1339	0.3213	0.0006	0.0026	0.0234	0.3473	1.5000
75-74	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
74-70	39.89	48	107	2.40	0.1045	0.2508	0.0009	0.0020	0.0183	0.2711	1.5000
70-69	5.70	0	245	2.40	0.2384	0.5722	0.0001	0.0047	0.0417	0.6186	1.5000
77-76	50.33	60	60	2.40	0.0585	0.1404	0.0011	0.0011	0.0102	0.1518	1.5000
76-69	39.22	47	107	2.40	0.1041	0.2499	0.0009	0.0020	0.0182	0.2701	1.5000
69-68	26.21	31	384	2.40	0.3730	0.8952	0.0006	0.0072	0.0653	0.9677	1.5000
79-78	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
78-68	38.24	46	106	2.40	0.1026	0.2462	0.0008	0.0020	0.0180	0.2661	1.5000
68-66	12.46	0	489	2.40	0.4756	1.1414	0.0003	0.0095	0.0832	1.2341	1.5000
66-67	6.73	0	1629	2.40	1.5839	3.8013	0.0002	0.0331	0.2772	4.1115	4.3001

Fuente: Propia.

**Nota:** Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 20. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales. (tramo del 167 al 134 ).**

CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES - SISTEMA CONDOMINIAL											
PVS	LONG	POBLACION		FACTOR	Q PROM	Q MH	Q INFIL	Q INFIL	Q ESPEC	Q DISEÑO	Q DISEÑO
DEL - AL	(m)	PROPIA	ACUM	K	(lps)	(lps)	PROP (lps)	ACUM (lps)	(lps)	CALC (lps)	ASUM (lps)
167-166	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
166-165	38.54	46	106	2.40	0.1029	0.2471	0.0009	0.0020	0.0180	0.2670	1.5000
165-164	26.32	31	137	2.40	0.1335	0.3205	0.0006	0.0026	0.0234	0.3464	1.5000
164-163	24.65	29	167	2.40	0.1622	0.3893	0.0005	0.0031	0.0284	0.4208	1.5000
170-169	49.80	60	60	2.40	0.0579	0.1390	0.0011	0.0011	0.0101	0.1502	1.5000
169-168	41.34	49	109	2.40	0.1060	0.2543	0.0009	0.0020	0.0185	0.2749	1.5000
168-163	30.38	36	145	2.40	0.1413	0.3391	0.0007	0.0027	0.0247	0.3665	1.5000
163-126	6.03	0	312	2.40	0.3035	0.7284	0.0001	0.0059	0.0531	0.7874	1.5000
173-172	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
172-171	34.74	42	101	2.40	0.0985	0.2365	0.0008	0.0019	0.0172	0.2556	1.5000
171-126	38.27	46	147	2.40	0.1430	0.3432	0.0008	0.0027	0.0250	0.3710	1.5000
122-123	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
123-124	48.42	58	118	2.40	0.1144	0.2746	0.0011	0.0022	0.0200	0.2968	1.5000
124-125	26.83	32	150	2.40	0.1456	0.3495	0.0006	0.0028	0.0255	0.3777	1.5000
175-174	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
174-125	49.04	59	118	2.40	0.1151	0.2763	0.0011	0.0022	0.0201	0.2987	1.5000
125-126	7.49	0	268	2.40	0.2608	0.6258	0.0002	0.0051	0.0456	0.6766	1.5000
126-127	27.85	33	761	2.40	0.7396	1.7751	0.0009	0.0147	0.1294	1.9193	1.9193
160-159	51.17	61	61	2.40	0.0595	0.1428	0.0011	0.0011	0.0104	0.1543	1.5000
159-158	48.07	57	119	2.40	0.1154	0.2769	0.0011	0.0022	0.0202	0.2993	1.5000
158-157	27.15	32	151	2.40	0.1469	0.3527	0.0006	0.0028	0.0257	0.3812	1.5000
162-161	50.00	60	60	2.40	0.0581	0.1395	0.0011	0.0011	0.0102	0.1508	1.5000
161-157	49.14	59	119	2.40	0.1153	0.2766	0.0011	0.0022	0.0202	0.2990	1.5000
157-127	6.59	0	270	2.40	0.2622	0.6293	0.0001	0.0052	0.0459	0.6803	1.5000
127-128	70.96	85	1115	2.40	1.0843	2.6024	0.0024	0.0222	0.1898	2.8144	2.8144
128-129	70.96	85	1200	2.40	1.1668	2.8004	0.0024	0.0246	0.2042	3.0292	3.0292
156-155	9.80	12	12	2.40	0.0114	0.0273	0.0002	0.0002	0.0020	0.0295	1.5000
155-129	18.94	23	34	2.40	0.0334	0.0802	0.0004	0.0006	0.0058	0.0867	1.5000
129-130	34.94	42	1276	2.40	1.2409	2.9781	0.0012	0.0264	0.2172	3.2217	3.2217
153-152	25.97	31	31	2.40	0.0302	0.0725	0.0006	0.0006	0.0053	0.0783	1.5000
152-151	30.50	36	68	2.40	0.0657	0.1576	0.0007	0.0013	0.0115	0.1703	1.5000
154-151	37.94	45	45	2.40	0.0441	0.1059	0.0008	0.0008	0.0077	0.1144	1.5000
151-130	4.09	0	113	2.40	0.1098	0.2634	0.0001	0.0022	0.0192	0.2848	1.5000
130-131	37.46	45	1434	2.40	1.3942	3.3461	0.0012	0.0298	0.2440	3.6199	3.6199
149-148	43.87	52	52	2.40	0.0510	0.1224	0.0010	0.0010	0.0089	0.1323	1.5000
148-147	28.77	34	87	2.40	0.0845	0.2027	0.0006	0.0016	0.0148	0.2191	1.5000
150-147	54.45	65	65	2.40	0.0633	0.1519	0.0012	0.0012	0.0111	0.1642	1.5000
147-131	4.74	0	152	2.40	0.1478	0.3546	0.0001	0.0029	0.0259	0.3834	1.5000
131-132	33.81	40	1626	2.40	1.5813	3.7950	0.0011	0.0339	0.2767	4.1056	4.1056
144-143	31.42	38	38	2.40	0.0365	0.0877	0.0007	0.0007	0.0064	0.0948	1.5000
143-142	33.85	40	78	2.40	0.0759	0.1821	0.0008	0.0014	0.0133	0.1969	1.5000
142-141	29.44	35	113	2.40	0.1101	0.2643	0.0007	0.0021	0.0193	0.2856	1.5000
146-145	42.18	50	50	2.40	0.0490	0.1177	0.0009	0.0009	0.0086	0.1272	1.5000
145-141	35.68	43	93	2.40	0.0905	0.2173	0.0008	0.0017	0.0158	0.2348	1.5000
141-132	2.37	0	206	2.40	0.2006	0.4815	0.0001	0.0039	0.0351	0.5205	1.5000
132-133	35.11	42	1875	2.40	1.8227	4.3745	0.0012	0.0390	0.3190	4.7325	4.7325
138-137	39.21	47	47	2.40	0.0456	0.1094	0.0009	0.0009	0.0080	0.1182	1.5000
137-136	38.71	46	93	2.40	0.0906	0.2174	0.0009	0.0017	0.0159	0.2350	1.5000
136-135	28.93	35	128	2.40	0.1242	0.2981	0.0006	0.0024	0.0217	0.3222	1.5000
140-139	45.60	55	55	2.40	0.0530	0.1272	0.0010	0.0010	0.0093	0.1375	1.5000
139-135	49.29	59	113	2.40	0.1103	0.2648	0.0011	0.0021	0.0193	0.2862	1.5000
135-133	1.68	0	241	2.40	0.2345	0.5629	0.0000	0.0045	0.0410	0.6085	1.5000
133-134	13.02	0	2116	2.40	2.0573	4.9374	0.0004	0.0439	0.3600	5.3413	5.3413

Fuente: Propia

Nota: Colector principal, Ver anexo h (Lamina 4 de los planos).



**Tabla 21. Resultados de los cálculos de caudales de aguas residuales. (tramo del 7 al 195 ).**

CALCULO DE CAUDALES DE AGUAS RESIDUALES - SISTEMA CONDOMINIAL											
PVS	LONG	POBLACION		FACTOR	Q PROM	Q MH	Q INFIL	Q INFIL	Q ESPEC	Q DISEÑO	Q DISEÑO
DEL - AL	(m)	PROPIA	ACUM	K	(lps)	(lps)	PROP (lps)	ACUM (lps)	(lps)	CALC (lps)	ASUM (lps)
7-15	105.02	380	380	2.40	0.3699	0.8876	0.0110	0.0110	0.0647	0.9634	1.5000
15-27	110.52	280	660	2.40	0.6416	1.5399	0.0080	0.0190	0.1123	1.6713	1.6713
27-67	115.09	1678	2338	2.40	2.2728	5.4546	0.0374	0.0564	0.3977	5.9088	5.9088
67-104	103.42	1629	3967	2.40	3.8566	9.2559	0.0377	0.0941	0.6749	10.0249	10.0249
104-116	107.07	511	4478	2.40	4.3536	10.4485	0.0143	0.1084	0.7619	11.3188	11.3188
116-176	87.97	447	4925	2.40	4.7882	11.4916	0.0119	0.1203	0.8379	12.4498	12.4498
176-134	19.58	0	4925	2.40	4.7882	11.4916	0.0009	0.1211	0.8379	12.4506	12.4506
134-177	22.96	2116	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0449	0.1661	1.1979	17.7930	17.7930
177-178	37.70	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0017	0.1677	1.1979	17.7947	17.7947
178-179	34.05	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0015	0.1692	1.1979	17.7962	17.7962
179-180	31.75	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0014	0.1707	1.1979	17.7976	17.7976
180-181	34.73	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0015	0.1722	1.1979	17.7991	17.7991
181-182	33.61	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0015	0.1737	1.1979	17.8006	17.8006
182-183	31.52	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0014	0.1751	1.1979	17.8020	17.8020
183-184	33.06	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0015	0.1766	1.1979	17.8035	17.8035
184-185	32.24	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0014	0.1780	1.1979	17.8049	17.8049
185-186	32.24	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0014	0.1794	1.1979	17.8064	17.8064
186-187	46.78	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0021	0.1815	1.1979	17.8084	17.8084
187-188	99.98	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0044	0.1859	1.1979	17.8129	17.8129
188-189	66.30	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0029	0.1889	1.1979	17.8158	17.8158
189-190	17.61	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0008	0.1897	1.1979	17.8166	17.8166
190-191	45.89	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0020	0.1917	1.1979	17.8186	17.8186
191-192	99.37	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0044	0.1961	1.1979	17.8231	17.8231
192-193	52.76	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0023	0.1985	1.1979	17.8254	17.8254
193-194	54.01	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0024	0.2009	1.1979	17.8278	17.8278
194-195	82.22	0	7041	2.40	6.8454	16.4290	0.0037	0.2045	1.1979	17.8314	17.8314

Fuente: Propia.

Nota: Colector principal: Ver anexo h (Lamina 3,4,5,6,7 de los planos).

### 5.2.2.2. Tabla de resultados de los cálculos de hidráulicos.

**Tabla 22. Resultados de de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 1 al 7 ).**

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL														
PVS	Q DISEÑO	LONG (m)	DIAMETRO	PENDIENTE (m/m)		MANNING	QII	VII	q/Q	Vd/Vtll	V Diseño	d/D	r/RH	τ
DEL - AL	(LPS)		(p/g)	TUBO	TERRENO	n	(m3/s)	(m/s)	(m/s)		(m/s)			(Pa)
1-2	1.5000	50.00	4	0.0200	0.0199	0.0090	0.0106	1.3435	0.1422	0.7082	0.9515	0.2549	0.5961	2.9239
2-3	1.5000	50.00	4	0.0150	0.0152	0.0090	0.0091	1.1635	0.1641	0.7384	0.8591	0.2743	0.6341	2.3325
3-4	1.5000	50.00	4	0.0090	0.0092	0.0090	0.0071	0.9012	0.2119	0.7939	0.7155	0.3125	0.7067	1.5598
4-5	1.5000	30.67	4	0.0225	0.0093	0.0090	0.0112	1.4250	0.1340	0.6960	0.9918	0.2476	0.5807	3.2041
5-6	1.5000	10.11	4	0.0117	0.0117	0.0090	0.0081	1.0293	0.1856	0.7642	0.7866	0.2914	0.6723	1.9356
10-9	1.5000	42.04	4	0.0166	0.0166	0.0090	0.0096	1.2258	0.1558	0.7275	0.8918	0.2672	0.6203	2.5328
9-8	1.5000	50.00	4	0.0086	0.0086	0.0090	0.0069	0.8812	0.2167	0.7987	0.7039	0.3164	0.7134	1.5056
8-6	1.5000	45.41	4	0.0191	0.0092	0.0090	0.0103	1.3113	0.1456	0.7135	0.9356	0.2581	0.6027	2.8166
6-7	1.5000	10.07	4	0.0055	0.0032	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 23. Resultados de de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 11 al 15 ).**

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL														
PVS	Q DISEÑO	LONG (m)	DIAMETRO	PENDIENTE (m/m)		MANNING	QII	VII	q/Q	Vd/VtII	V Diseño	d/D	r/RH	τ
DEL - AL	(LPS)		(plg)	TUBO	TERRENO	n	(m3/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	
11-12	1.5000	39.83	4	0.0055	0.0020	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
12-13	1.5000	39.83	4	0.0090	0.0091	0.0090	0.0071	0.9012	0.2119	0.7939	0.7155	0.3125	0.7067	1.5598
13-14	1.5000	25.84	4	0.0110	-0.0002	0.0090	0.0078	0.9964	0.1917	0.7719	0.7690	0.2963	0.6775	1.8278
17-16	1.5000	39.94	4	0.0055	-0.0011	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
16-14	1.5000	39.94	4	0.0109	0.0061	0.0090	0.0078	0.9901	0.1929	0.7732	0.7655	0.2973	0.6794	1.8097
14-15	1.5000	10.31	4	0.0055	0.0020	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).

**Tabla 24. Resultados de de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 98 al 104 ).**

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL														
PVS	Q DISEÑO	LONG (m)	DIAMETRO	PENDIENTE (m/m)		MANNING	QII	VII	q/Q	Vd/VtII	V Diseño	d/D	r/RH	τ
DEL - AL	(LPS)		(plg)	TUBO	TERRENO	n	(m3/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	
98-99	1.5000	50.00	4	0.0055	0.0044	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
99-100	1.5000	39.40	4	0.0055	0.0000	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
100-101	1.5000	26.16	4	0.0150	0.0081	0.0090	0.0091	1.1635	0.1641	0.7384	0.8591	0.2743	0.6341	2.3325
110-109	1.5000	49.74	4	0.0060	0.0050	0.0090	0.0058	0.7359	0.2595	0.8396	0.6178	0.3477	0.7695	1.1322
109-101	1.5000	31.97	4	0.0153	0.0019	0.0090	0.0092	1.1765	0.1623	0.7360	0.8659	0.2729	0.6310	2.3734
101-102	1.5000	5.55	4	0.0080	0.0079	0.0090	0.0067	0.8497	0.2248	0.8072	0.6859	0.3223	0.7247	1.4218
108-107	1.5000	50.00	4	0.0060	0.0041	0.0090	0.0058	0.7359	0.2595	0.8396	0.6178	0.3477	0.7695	1.1322
107-102	1.5000	32.83	4	0.0155	0.0028	0.0090	0.0093	1.1831	0.1614	0.7349	0.8694	0.2721	0.6294	2.3941
102-103	1.5000	26.03	4	0.0080	0.0080	0.0090	0.0067	0.8497	0.2248	0.8072	0.6859	0.3223	0.7247	1.4218
106-105	1.5000	44.81	4	0.0055	-0.0015	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
105-103	1.5000	40.66	4	0.0129	0.0073	0.0090	0.0085	1.0780	0.1772	0.7539	0.8127	0.2847	0.6619	2.0905
103-104	1.5000	8.33	4	0.0064	0.0053	0.0090	0.0060	0.7600	0.2513	0.8322	0.6324	0.3419	0.7596	1.1922

Fuente: Propia

Nota: Ver anexo h (Lamina 4 de los planos).

**Tabla 25. Resultados de de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 111 al 116 ).**

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL														
PVS	Q DISEÑO	LONG (m)	DIAMETRO	PENDIENTE (m/m)		MANNING	QII	VII	q/Q	Vd/VtII	V Diseño	d/D	r/RH	τ
DEL - AL	(LPS)		(plg)	TUBO	TERRENO	n	(m3/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(m/s)	(Pa)	
111-112	1.5000	66.41	4	0.0095	0.0014	0.0090	0.0073	0.9259	0.2063	0.7879	0.7295	0.3080	0.6988	1.6280
112-113	1.5000	4.80	4	0.0130	0.0122	0.0090	0.0085	1.0832	0.1763	0.7530	0.8156	0.2841	0.6598	2.1036
121-113	1.5000	52.61	4	0.0132	0.0023	0.0090	0.0086	1.0900	0.1752	0.7517	0.8194	0.2832	0.6570	2.1214
113-114	1.5000	30.65	4	0.0055	0.0047	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
120-119	1.5000	51.32	4	0.0055	0.0001	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
119-114	1.5000	47.54	4	0.0070	0.0003	0.0090	0.0062	0.7937	0.2406	0.8226	0.6529	0.3344	0.7458	1.2767
114-115	1.5000	26.02	4	0.0077	0.0077	0.0090	0.0065	0.8336	0.2291	0.8120	0.6769	0.3254	0.7307	1.3800
118-117	1.5000	46.03	4	0.0054	0.0001	0.0090	0.0055	0.6981	0.2736	0.8522	0.5949	0.3575	0.7869	1.0422
117-115	1.5000	53.23	4	0.0072	0.0000	0.0090	0.0063	0.8048	0.2373	0.8196	0.6596	0.3318	0.7415	1.3052
115-116	1.5000	9.99	4	0.0090	0.0081	0.0090	0.0071	0.9012	0.2119	0.7939	0.7155	0.3125	0.7067	1.5598

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 4 de los planos).



**Tabla 26. Resultados de de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 18 al 27 ).**

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL														
PVS	Q DISEÑO	LONG (m)	DIAMETRO	PENDIENTE (m/m)		MANNING	QII	VII	q/Q	Vd/VtII	V Diseño	d/D	r/RH	τ
DEL - AL	(LPS)		(pulg)	TUBO	TERRENO	n	(m3/s)	(m/s)	(m/s)		(m/s)			(Pa)
18-19	1.5000	50.00	4	0.0220	0.0214	0.0090	0.0111	1.4091	0.1355	0.6983	0.9840	0.2490	0.5835	3.1484
19-20	1.5000	43.66	4	0.0150	0.0149	0.0090	0.0091	1.1635	0.1641	0.7384	0.8591	0.2743	0.6341	2.3325
20-21	1.5000	26.32	4	0.0133	-0.0023	0.0090	0.0086	1.0965	0.1742	0.7506	0.8230	0.2823	0.6545	2.1382
57-56	1.5000	50.00	4	0.0083	0.0082	0.0090	0.0068	0.8655	0.2207	0.8027	0.6948	0.3195	0.7189	1.4635
56-21	1.5000	43.31	4	0.0320	0.0211	0.0090	0.0133	1.6994	0.1124	0.6621	1.1251	0.2264	0.5382	4.2242
21-22	1.5000	8.20	4	0.0055	-0.0010	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
55-54	1.5000	49.60	4	0.0079	0.0079	0.0090	0.0066	0.8426	0.2267	0.8093	0.6820	0.3237	0.7273	1.4034
54-22	1.5000	42.93	4	0.0354	0.0224	0.0090	0.0140	1.7877	0.1068	0.6526	1.1667	0.2211	0.5267	4.5740
22-23	1.5000	26.13	4	0.0055	0.0006	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
53-52	1.5000	49.22	4	0.0078	0.0078	0.0090	0.0066	0.8374	0.2281	0.8109	0.6790	0.3247	0.7293	1.3897
52-23	1.5000	44.12	4	0.0241	0.0078	0.0090	0.0116	1.4733	0.1296	0.6895	1.0157	0.2436	0.5723	3.3759
23-24	1.5000	5.41	4	0.0055	0.0225	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
24-25	1.5000	63.90	6	0.0140	0.0171	0.0090	0.0260	1.4729	0.0576	0.5441	0.8014	0.1634	0.4014	2.0674
45-44	1.5000	49.91	4	0.0079	0.0079	0.0090	0.0066	0.8453	0.2259	0.8085	0.6834	0.3232	0.7263	1.4103
44-43	1.5000	44.97	4	0.0180	0.0082	0.0090	0.0100	1.2745	0.1498	0.7198	0.9174	0.2520	0.6107	2.6960
43-42	1.5000	25.86	4	0.0245	0.0245	0.0090	0.0117	1.4880	0.1284	0.6875	1.0230	0.2424	0.5700	3.4299
47-46	1.5000	50.00	4	0.0086	0.0086	0.0090	0.0069	0.8785	0.2174	0.7994	0.7023	0.3169	0.7143	1.4983
46-42	1.5000	44.76	4	0.0194	0.0088	0.0090	0.0104	1.3222	0.1444	0.7117	0.9409	0.2526	0.6005	2.8525
42-41	1.5000	3.78	4	0.0207	0.0207	0.0090	0.0107	1.3679	0.1396	0.7044	0.9636	0.2527	0.5913	3.0067
49-48	1.5000	49.54	4	0.0079	0.0079	0.0090	0.0066	0.8443	0.2262	0.8088	0.6829	0.3233	0.7267	1.4078
48-41	1.5000	44.29	4	0.0196	0.0083	0.0090	0.0104	1.3300	0.1436	0.7104	0.9448	0.2526	0.5988	2.8785
41-40	1.5000	29.74	4	0.0060	0.0088	0.0090	0.0058	0.7359	0.2595	0.8396	0.6178	0.3477	0.7695	1.1322
51-50	1.5000	50.00	4	0.0085	0.0085	0.0090	0.0069	0.8779	0.2176	0.7996	0.7019	0.3170	0.7146	1.4965
50-40	1.5000	44.00	4	0.0173	0.0071	0.0090	0.0098	1.2482	0.1530	0.7239	0.9036	0.2577	0.6158	2.6074
40-25	1.5000	5.17	4	0.0101	0.0085	0.0090	0.0075	0.9546	0.2001	0.7811	0.7456	0.3031	0.6901	1.7088
25-26	2.9635	59.70	6	0.0055	0.0033	0.0090	0.0163	0.9232	0.1817	0.7591	0.7008	0.2883	0.6700	1.3556
33-32	1.5000	49.29	4	0.0081	0.0081	0.0090	0.0067	0.8530	0.2239	0.8063	0.6878	0.3217	0.7234	1.4306
32-31	1.5000	44.09	4	0.0072	0.0072	0.0090	0.0063	0.8039	0.2376	0.8198	0.6590	0.3321	0.7418	1.3028
31-30	1.5000	25.80	4	0.0200	0.0035	0.0090	0.0106	1.3435	0.1422	0.7082	0.9515	0.2528	0.5961	2.9239
35-34	1.5000	50.00	4	0.0081	0.0081	0.0090	0.0067	0.8562	0.2231	0.8054	0.6896	0.3211	0.7223	1.4390
34-30	1.5000	42.01	4	0.0200	0.0092	0.0090	0.0106	1.3439	0.1421	0.7082	0.9517	0.2528	0.5960	2.9253
30-29	1.5000	3.44	4	0.0055	0.0018	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
37-36	1.5000	49.77	4	0.0081	0.0081	0.0090	0.0067	0.8567	0.2229	0.8052	0.6898	0.3211	0.7221	1.4401
36-29	1.5000	41.35	4	0.0215	0.0095	0.0090	0.0110	1.3944	0.1370	0.7005	0.9767	0.2503	0.5862	3.0975
29-28	1.5000	28.78	4	0.0055	0.0023	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
39-38	1.5000	50.00	4	0.0083	0.0083	0.0090	0.0068	0.8671	0.2203	0.8023	0.6956	0.3192	0.7184	1.4677
38-28	1.5000	39.90	4	0.0266	0.0111	0.0090	0.0122	1.5499	0.1232	0.6798	1.0537	0.2372	0.5608	3.6610
28-26	1.5000	4.15	4	0.0106	0.0108	0.0090	0.0077	0.9764	0.1956	0.7762	0.7579	0.2995	0.6834	1.7707
26-27	4.2338	10.83	6	0.0048	0.0048	0.0090	0.0152	0.8612	0.2782	0.8564	0.7375	0.3607	0.7920	1.3946

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 27. Resultados de de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 58 al 67 ).**

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL														
PVS	Q DISEÑO	LONG (m)	DIAMETRO	PENDIENTE (m/m)		MANNING	QII	VII	q/Q	Vd/VtII	V Diseño	d/D	r/RH	τ
DEL - AL	(LPS)		(p/g)	TUBO	TERRENO	n	(m <sup>3</sup> /s)	(m/s)	(m/s)		(m/s)			(Pa)
58-59	1.5000	39.86	4	0.0055	0.0052	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
59-60	1.5000	52.65	4	0.0055	0.0059	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
60-61	1.5000	26.74	4	0.0280	0.0120	0.0090	0.0125	1.5896	0.1201	0.6752	1.0733	0.2341	0.5553	3.8130
97-96	1.5000	50.00	4	0.0120	0.0113	0.0090	0.0082	1.0407	0.1835	0.7616	0.7925	0.2898	0.6711	1.9751
96-61	1.5000	44.85	4	0.0150	0.0058	0.0090	0.0091	1.1639	0.1641	0.7383	0.8593	0.2743	0.6340	2.3338
61-62	1.5000	6.81	4	0.0055	0.0121	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
95-94	1.5000	49.24	4	0.0127	0.0127	0.0090	0.0084	1.0713	0.1783	0.7551	0.8089	0.2856	0.6647	2.0730
94-62	1.5000	45.58	4	0.0152	0.0057	0.0090	0.0092	1.1712	0.1631	0.7370	0.8631	0.2735	0.6322	2.3565
62-63	1.5000	26.43	4	0.0055	0.0107	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
93-92	1.5000	42.83	4	0.0144	0.0144	0.0090	0.0089	1.1393	0.1676	0.7429	0.8464	0.2771	0.6400	2.2574
92-63	1.5000	50.81	4	0.0172	0.0108	0.0090	0.0098	1.2460	0.1533	0.7243	0.9024	0.2582	0.6162	2.6000
63-64	1.5000	12.56	4	0.0190	0.0114	0.0090	0.0103	1.3095	0.1459	0.7138	0.9347	0.2524	0.6031	2.8104
64-65	1.5440	63.35	6	0.0060	0.0072	0.0090	0.0170	0.9642	0.0906	0.6213	0.5991	0.2037	0.4895	1.0805
85-84	1.5000	36.83	4	0.0144	0.0144	0.0090	0.0090	1.1416	0.1673	0.7425	0.8476	0.2768	0.6394	2.2647
84-83	1.5000	45.33	4	0.0109	0.0109	0.0090	0.0078	0.9918	0.1926	0.7728	0.7665	0.2970	0.6788	1.8147
83-82	1.5000	26.28	4	0.0264	0.0098	0.0090	0.0121	1.5436	0.1237	0.6806	1.0505	0.2377	0.5617	3.6369
87-86	1.5000	50.00	4	0.0095	0.0095	0.0090	0.0073	0.9281	0.2058	0.7873	0.7308	0.3076	0.6981	1.6342
86-82	1.5000	39.12	4	0.0200	0.0080	0.0090	0.0106	1.3435	0.1422	0.7082	0.9515	0.2528	0.5961	2.9239
82-81	1.5000	6.03	4	0.0156	0.0156	0.0090	0.0093	1.1849	0.1612	0.7345	0.8704	0.2719	0.6290	2.4001
89-88	1.5000	48.19	4	0.0084	0.0084	0.0090	0.0069	0.8726	0.2189	0.8009	0.6989	0.3181	0.7164	1.4825
88-81	1.5000	40.43	4	0.0205	0.0082	0.0090	0.0107	1.3594	0.1405	0.7057	0.9594	0.2530	0.5929	2.9776
81-80	1.5000	25.83	4	0.0060	0.0049	0.0090	0.0058	0.7359	0.2595	0.8396	0.6178	0.3477	0.7695	1.1322
91-90	1.5000	43.13	4	0.0068	0.0068	0.0090	0.0061	0.7814	0.2444	0.8260	0.6454	0.3371	0.7507	1.2457
90-80	1.5000	46.63	4	0.0197	0.0078	0.0090	0.0105	1.3339	0.1432	0.7098	0.9468	0.2527	0.5980	2.8918
80-65	1.5000	12.68	4	0.0088	0.0088	0.0090	0.0070	0.8934	0.2138	0.7958	0.7109	0.3140	0.7093	1.5384
65-66	2.9635	59.16	6	0.0093	0.0093	0.0090	0.0212	1.2019	0.1395	0.7043	0.8465	0.2526	0.5911	2.0272
73-72	1.5000	41.76	4	0.0065	0.0065	0.0090	0.0060	0.7681	0.2486	0.8298	0.6374	0.3400	0.7562	1.2125
72-71	1.5000	47.27	4	0.0077	0.0077	0.0090	0.0066	0.8343	0.2289	0.8118	0.6773	0.3252	0.7305	1.3817
71-70	1.5000	26.14	4	0.0219	0.0058	0.0090	0.0110	1.4050	0.1359	0.6989	0.9820	0.2493	0.5843	3.1344
75-74	1.5000	50.00	4	0.0061	0.0061	0.0090	0.0058	0.7425	0.2572	0.8375	0.6219	0.3460	0.7666	1.1487
74-70	1.5000	39.89	4	0.0210	0.0097	0.0090	0.0108	1.3767	0.1387	0.7031	0.9679	0.2519	0.5896	3.0365
70-69	1.5000	5.70	4	0.0070	0.0070	0.0090	0.0062	0.7952	0.2402	0.8222	0.6538	0.3341	0.7452	1.2805
77-76	1.5000	50.33	4	0.0060	0.0060	0.0090	0.0058	0.7382	0.2587	0.8388	0.6193	0.3471	0.7684	1.1381
76-69	1.5000	39.22	4	0.0228	0.0106	0.0090	0.0113	1.4357	0.1330	0.6945	0.9971	0.2467	0.5788	3.2417
69-68	1.5000	26.21	4	0.0085	0.0096	0.0090	0.0069	0.8758	0.2181	0.8001	0.7007	0.3174	0.7153	1.4911
79-78	1.5000	50.00	4	0.0060	0.0060	0.0090	0.0058	0.7387	0.2586	0.8387	0.6195	0.3470	0.7683	1.1392
78-68	1.5000	38.24	4	0.0275	0.0149	0.0090	0.0124	1.5743	0.1213	0.6770	1.0657	0.2353	0.5574	3.7539
68-66	1.5000	12.46	4	0.0242	0.0158	0.0090	0.0116	1.4770	0.1293	0.6890	1.0176	0.2433	0.5718	3.3896
66-67	4.3001	6.73	6	0.0058	0.0058	0.0090	0.0168	0.9487	0.2565	0.8369	0.7939	0.3456	0.7658	1.6362

Fuente: Propia

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 28. Resultados de de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 167 al 134 ).**

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL														
PVS DEL - AL	Q DISEÑO (LPS)	LONG (m)	DIAMETRO (plg)	PENDIENTE (m/m)		MANNING n	QII (m3/s)	VII (m/s)	q/Q (m/s)	Vd/Vtll	V Diseño (m/s)	d/D	r/RH	τ (Pa)
				TUBO	TERRENO									
167-166	1.5000	50.00	4	0.0055	0.0017	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
166-165	1.5000	38.54	4	0.0055	0.0030	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
165-164	1.5000	26.32	4	0.0055	0.0030	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
164-163	1.5000	24.65	4	0.0071	0.0015	0.0090	0.0063	0.7985	0.2392	0.8213	0.6558	0.3334	0.7439	1.2889
170-169	1.5000	49.80	4	0.0055	-0.0001	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
169-168	1.5000	41.34	4	0.0055	0.0016	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
168-163	1.5000	30.38	4	0.0055	0.0030	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
163-126	1.5000	6.03	4	0.0055	0.0021	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
173-172	1.5000	50.00	4	0.0056	0.0000	0.0090	0.0056	0.7122	0.2682	0.8474	0.6035	0.3537	0.7806	1.0759
172-171	1.5000	34.74	4	0.0055	0.0009	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
171-126	1.5000	38.27	4	0.0064	0.0031	0.0090	0.0060	0.7615	0.2508	0.8317	0.6333	0.3416	0.7590	1.1959
122-123	1.5000	50.00	4	0.0055	0.0055	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
123-124	1.5000	48.42	4	0.0100	0.0097	0.0090	0.0075	0.9500	0.2010	0.7821	0.7430	0.3038	0.6915	1.6958
124-125	1.5000	26.83	4	0.0207	0.0048	0.0090	0.0107	1.3652	0.1399	0.7048	0.9622	0.2529	0.5918	2.9974
175-174	1.5000	50.00	4	0.0055	0.0060	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
174-125	1.5000	49.04	4	0.0150	0.0049	0.0090	0.0091	1.1635	0.1641	0.7384	0.8591	0.2743	0.6341	2.3325
125-126	1.5000	7.49	4	0.0157	0.0023	0.0090	0.0093	1.1887	0.1607	0.7339	0.8724	0.2715	0.6281	2.4121
126-127	1.9193	27.85	6	0.0060	0.0025	0.0090	0.0170	0.9642	0.1126	0.6625	0.6388	0.2266	0.5388	1.1893
160-159	1.5000	51.17	4	0.0065	0.0064	0.0090	0.0060	0.7659	0.2494	0.8304	0.6360	0.3406	0.7572	1.2070
159-158	1.5000	48.07	4	0.0055	0.0034	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
158-157	1.5000	27.15	4	0.0156	0.0036	0.0090	0.0093	1.1882	0.1607	0.7340	0.8721	0.2716	0.6283	2.4103
162-161	1.5000	50.00	4	0.0066	0.0065	0.0090	0.0061	0.7718	0.2475	0.8287	0.6396	0.3392	0.7547	1.2216
161-157	1.5000	49.14	4	0.0080	-0.0013	0.0090	0.0067	0.8497	0.2248	0.8072	0.6859	0.3223	0.7247	1.4218
157-127	1.5000	6.59	4	0.0332	-0.0028	0.0090	0.0136	1.7311	0.1103	0.6585	1.1400	0.2243	0.5337	4.3466
127-128	2.8144	70.96	6	0.0055	-0.0005	0.0090	0.0163	0.9232	0.1725	0.7488	0.6913	0.2810	0.6503	1.3157
128-129	3.0292	70.96	6	0.0055	0.0024	0.0090	0.0163	0.9232	0.1857	0.7644	0.7057	0.2915	0.6724	1.3605
156-155	1.5000	9.80	4	0.0230	0.0226	0.0090	0.0113	1.4407	0.1326	0.6938	0.9996	0.2463	0.5779	3.2596
155-129	1.5000	18.94	4	0.0055	-0.0154	0.0090	0.0055	0.7045	0.2711	0.8500	0.5988	0.3558	0.7842	1.0578
129-130	3.2217	34.94	6	0.0055	0.0053	0.0090	0.0163	0.9232	0.1975	0.7782	0.7185	0.3010	0.6862	1.3884
153-152	1.5000	25.97	4	0.0080	0.0193	0.0090	0.0067	0.8497	0.2248	0.8072	0.6859	0.3223	0.7247	1.4218
152-151	1.5000	30.50	4	0.0323	0.0119	0.0090	0.0134	1.7070	0.1119	0.6612	1.1287	0.2259	0.5371	4.2534
154-151	1.5000	37.94	4	0.0250	0.0119	0.0090	0.0118	1.5021	0.1271	0.6857	1.0300	0.2411	0.5679	3.4817
151-130	1.5000	4.09	4	0.0177	0.0177	0.0090	0.0099	1.2639	0.1511	0.7214	0.9118	0.2541	0.6128	2.6600
130-131	3.6199	37.46	6	0.0174	0.0174	0.0090	0.0290	1.6420	0.1247	0.6821	1.1201	0.2387	0.5635	3.6073
149-148	1.5000	43.87	4	0.0150	0.0123	0.0090	0.0091	1.1635	0.1641	0.7384	0.8591	0.2743	0.6341	2.3325
148-147	1.5000	28.77	4	0.0175	0.0175	0.0090	0.0099	1.2567	0.1520	0.7226	0.9081	0.2557	0.6142	2.6359
150-147	1.5000	54.45	4	0.0140	0.0113	0.0090	0.0088	1.1259	0.1696	0.7455	0.8394	0.2787	0.6434	2.2165
147-131	1.5000	4.74	4	0.0150	0.0123	0.0090	0.0091	1.1635	0.1641	0.7384	0.8591	0.2743	0.6341	2.3325
131-132	4.1056	33.81	6	0.0115	0.0114	0.0090	0.0236	1.3349	0.1740	0.7504	1.0018	0.2822	0.6541	2.7672
144-143	1.5000	31.42	4	0.0110	0.0108	0.0090	0.0078	0.9964	0.1917	0.7719	0.7690	0.2963	0.6775	1.8278
143-142	1.5000	33.85	4	0.0120	0.0113	0.0090	0.0082	1.0407	0.1835	0.7616	0.7925	0.2898	0.6711	1.9751
142-141	1.5000	29.44	4	0.0120	0.0120	0.0090	0.0082	1.0407	0.1835	0.7616	0.7925	0.2898	0.6711	1.9751
146-145	1.5000	42.18	4	0.0146	0.0114	0.0090	0.0090	1.1479	0.1664	0.7413	0.8509	0.2761	0.6379	2.2839
145-141	1.5000	35.68	4	0.0109	0.0129	0.0090	0.0078	0.9924	0.1924	0.7727	0.7668	0.2970	0.6787	1.8165
141-132	1.5000	2.37	4	0.0200	0.0089	0.0090	0.0106	1.3435	0.1422	0.7082	0.9515	0.2528	0.5961	2.9239
132-133	4.7325	35.11	6	0.0102	0.0101	0.0090	0.0222	1.2572	0.2130	0.7950	0.9995	0.3134	0.7082	2.6575
138-137	1.5000	39.21	4	0.0123	0.0120	0.0090	0.0083	1.0536	0.1813	0.7587	0.7993	0.2880	0.6698	2.0204
137-136	1.5000	38.71	4	0.0125	0.0124	0.0090	0.0083	1.0621	0.1798	0.7568	0.8038	0.2869	0.6685	2.0495
136-135	1.5000	28.93	4	0.0260	0.0102	0.0090	0.0120	1.5315	0.1247	0.6821	1.0446	0.2387	0.5635	3.5916
140-139	1.5000	45.60	4	0.0150	0.0145	0.0090	0.0091	1.1635	0.1641	0.7384	0.8591	0.2743	0.6341	2.3325
139-135	1.5000	49.29	4	0.0200	0.0103	0.0090	0.0106	1.3435	0.1422	0.7082	0.9515	0.2528	0.5961	2.9239
135-133	1.5000	1.68	4	0.0094	0.0093	0.0090	0.0072	0.9210	0.2074	0.7891	0.7268	0.3089	0.7003	1.6144
133-134	5.3413	13.02	6	0.0090	0.0096	0.0090	0.0209	1.1810	0.2559	0.8363	0.9877	0.3452	0.7651	2.5333

Fuente: Propia.

Nota: Colector principal, Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 29. Resultados de de los cálculos hidráulicos de aguas residuales (tramo del 7 al 195 ).**

CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL														
PVS	Q DISEÑO	LONG (m)	DIAMETRO	PENDIENTE (m/m)		MANNING	QII	VII	q/Q	Vd/VtII	V Diseño	d/D	r/RH	τ
DEL - AL	(LPS)		(píg)	TUBO	TERRENO	n	(m3/s)	(m/s)	(m/s)		(m/s)			(Pa)
7-15	1.5000	105.02	6	0.0060	0.0012	0.0090	0.0170	0.9642	0.0880	0.6159	0.5938	0.2006	0.4833	1.0667
15-27	1.6713	110.52	6	0.0065	0.0095	0.0090	0.0177	1.0036	0.0942	0.6289	0.6312	0.2081	0.4986	1.1922
27-67	5.9088	115.09	6	0.0091	0.0101	0.0090	0.0209	1.1854	0.2821	0.8597	1.0190	0.3635	0.7965	2.6569
67-104	10.0249	103.42	8	0.0023	0.0020	0.0090	0.0226	0.7188	0.4439	0.9703	0.6975	0.4663	0.9555	1.0650
104-116	11.3188	107.07	8	0.0055	0.0003	0.0090	0.0351	1.1184	0.3222	0.8915	0.9970	0.3903	0.8414	2.2698
116-176	12.4498	87.97	8	0.0040	0.0121	0.0090	0.0300	0.9537	0.4155	0.9533	0.9092	0.4493	0.9314	1.8274
176-134	12.4506	19.58	8	0.0314	0.0079	0.0090	0.0840	2.6730	0.1483	0.7174	1.9176	0.2522	0.6077	9.3651
134-177	17.7930	22.96	8	0.0055	0.0011	0.0090	0.0351	1.1184	0.5064	1.0032	1.1220	0.5039	1.0045	2.7099
177-178	17.7947	37.70	8	0.0045	0.0000	0.0090	0.0318	1.0116	0.5599	1.0280	1.0399	0.5350	1.0429	2.3020
178-179	17.7962	34.05	8	0.0045	-0.0016	0.0090	0.0318	1.0116	0.5600	1.0280	1.0399	0.5350	1.0430	2.3021
179-180	17.7976	31.75	8	0.0045	0.0005	0.0090	0.0318	1.0116	0.5600	1.0280	1.0399	0.5350	1.0430	2.3022
180-181	17.7991	34.73	8	0.0045	0.0077	0.0090	0.0318	1.0116	0.5601	1.0280	1.0400	0.5350	1.0430	2.3022
181-182	17.8006	33.61	8	0.0045	0.0110	0.0090	0.0318	1.0116	0.5601	1.0281	1.0400	0.5351	1.0431	2.3023
182-183	17.8020	31.52	8	0.0045	0.0142	0.0090	0.0318	1.0116	0.5602	1.0281	1.0400	0.5351	1.0431	2.3024
183-184	17.8035	33.06	8	0.0045	0.0199	0.0090	0.0318	1.0116	0.5602	1.0281	1.0400	0.5351	1.0431	2.3024
184-185	17.8049	32.24	8	0.0045	0.0123	0.0090	0.0318	1.0116	0.5602	1.0281	1.0401	0.5351	1.0431	2.3025
185-186	17.8064	32.24	8	0.0045	0.0020	0.0090	0.0318	1.0116	0.5603	1.0281	1.0401	0.5352	1.0432	2.3025
186-187	17.8084	46.78	8	0.0045	-0.0072	0.0090	0.0318	1.0116	0.5604	1.0282	1.0401	0.5352	1.0432	2.3026
187-188	17.8129	99.98	8	0.0045	0.0045	0.0090	0.0318	1.0116	0.5605	1.0282	1.0402	0.5353	1.0433	2.3028
188-189	17.8158	66.30	8	0.0045	0.0091	0.0090	0.0318	1.0116	0.5606	1.0283	1.0402	0.5354	1.0434	2.3029
189-190	17.8166	17.61	8	0.0045	0.0143	0.0090	0.0318	1.0116	0.5606	1.0283	1.0402	0.5354	1.0434	2.3030
190-191	17.8186	45.89	8	0.0045	0.0143	0.0090	0.0318	1.0116	0.5607	1.0283	1.0403	0.5354	1.0434	2.3031
191-192	17.8231	99.37	8	0.0220	0.0289	0.0090	0.0703	2.2367	0.2536	0.8343	1.8661	0.3435	0.7624	8.2267
192-193	17.8254	52.76	8	0.0040	0.0056	0.0090	0.0300	0.9537	0.5949	1.0430	0.9947	0.5549	1.0649	2.0894
193-194	17.8278	54.01	8	0.0020	-0.0015	0.0090	0.0212	0.6744	0.8415	1.1204	0.7556	0.7029	1.1864	1.1639
194-195	17.8314	82.22	8	0.0038	-0.0036	0.0090	0.0292	0.9296	0.6106	1.0492	0.9754	0.5643	1.0753	2.0043

Fuente: Propia.

Nota: Colector principal, Ver anexo h (Lamina 3,4,5,6,7 de los planos).

### 5.2.2.3. Tabla de resultados de los cálculos de topografico.

**Tabla 30. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 1 al 7 ).**

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL											
PVS	LONG (m)	PENDIENTE		ELEV DEL TERRENO (m)		ELEV DE CORONA (m)		ELEVACION INVER (m)		EXCAVACION (m3)	
DEL - AL		TUBO	TERRENO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	POZO	TUBO
1-2	50.00	0.0200	0.0199	108.5908	107.5974	107.9908	106.9908	107.8908	106.8908	3.1172	46.9299
2-3	50.00	0.0150	0.0152	107.5974	106.8370	106.9608	106.2108	106.8608	106.1108	3.2437	48.4745
3-4	50.00	0.0090	0.0092	106.8370	106.3755	106.1808	105.7308	106.0808	105.6308	3.3117	49.5217
4-5	30.67	0.0225	0.0093	106.3755	106.0899	105.7008	105.0108	105.6008	104.9108	3.3756	38.0122
5-6	10.11	0.0117	0.0117	106.0899	105.9712	104.9808	104.8622	104.8808	104.7622	4.8802	15.1078
10-9	42.04	0.0166	0.0166	107.5177	106.8177	106.9177	106.2177	106.8177	106.1177	3.1172	39.3075
9-8	50.00	0.0086	0.0086	106.8177	106.3875	106.1877	105.7575	106.0877	105.6575	3.2211	48.4000
8-6	45.41	0.0191	0.0092	106.3875	105.9712	105.7275	104.8622	105.6275	104.7622	3.3250	56.6697
6-7	10.07	0.0055	0.0032	105.9712	105.9386	104.8322	104.7768	104.7322	104.6768	4.9841	15.5077

Fuente: Propia

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 31. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 11 al 15 ).**

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL											
PVS DEL - AL	LONG (m)	PENDIENTE		ELEV DEL TERRENO (m)		ELEV DE CORONA (m)		ELEVACION INVER (m)		EXCAVACION (m3)	
		TUBO	TERRENO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	POZO	TUBO
11-12	39.83	0.0055	0.0020	106.2687	106.1901	105.6687	105.4497	105.5687	105.3497	3.1172	40.3195
12-13	39.83	0.0090	0.0091	106.1901	105.8263	105.4197	105.0612	105.3197	104.9612	3.7075	44.5951
13-14	25.84	0.0110	-0.0002	105.8263	105.8316	105.0312	104.7470	104.9312	104.6470	3.7931	33.8175
17-16	39.94	0.0055	-0.0011	106.0304	106.0742	105.4304	105.2107	105.3304	105.1107	3.1172	43.1279
16-14	39.94	0.0109	0.0061	106.0742	105.8316	105.1807	104.7470	105.0807	104.6470	4.1335	54.4323
14-15	10.31	0.0055	0.0020	105.8316	105.8110	104.7170	104.6603	104.6170	104.5603	4.8996	15.6782

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).

**Tabla 32. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 98 al 104 ).**

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL											
PVS DEL - AL	LONG (m)	PENDIENTE		ELEV DEL TERRENO (m)		ELEV DE CORONA (m)		ELEVACION INVER (m)		EXCAVACION (m3)	
		TUBO	TERRENO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	POZO	TUBO
98-99	50.00	0.0055	0.0044	104.1206	103.8990	103.5206	103.2456	103.4206	103.1456	3.1172	48.2178
99-100	39.40	0.0055	0.0000	103.8990	103.9007	103.2156	102.9989	103.1156	102.8989	3.4059	45.1849
100-101	26.16	0.0150	0.0081	103.9007	103.6877	102.9689	102.5765	102.8689	102.4765	4.2661	36.5949
110-109	49.74	0.0060	0.0050	103.9952	103.7470	103.3952	103.0968	103.2952	102.9968	3.1172	47.8811
109-101	31.97	0.0153	0.0019	103.7470	103.6877	103.0668	102.5765	102.9668	102.4765	3.3949	40.2880
101-102	5.55	0.0080	0.0079	103.6877	103.6436	102.5465	102.5020	102.4465	102.4020	4.9919	8.4995
108-107	50.00	0.0060	0.0041	103.9412	103.7339	103.3412	103.0412	103.2412	102.9412	3.1172	49.3010
107-102	32.83	0.0155	0.0028	103.7339	103.6436	103.0112	102.5020	102.9112	102.4020	3.5423	42.6878
102-103	26.03	0.0080	0.0080	103.6436	103.4361	102.4720	102.2638	102.3720	102.1638	5.0968	40.7148
106-105	44.81	0.0055	-0.0015	103.6639	103.7311	103.0639	102.8175	102.9639	102.7175	3.1172	49.6323
105-103	40.66	0.0129	0.0073	103.7311	103.4361	102.7875	102.2638	102.6875	102.1638	4.3075	58.5086
103-104	8.33	0.0064	0.0053	103.4361	103.3921	102.2338	102.1805	102.1338	102.0805	5.2034	13.3536

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 4 de los planos).

**Tabla 33. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 111 al 116).**

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL											
PVS DEL - AL	LONG (m)	PENDIENTE		ELEV DEL TERRENO (m)		ELEV DE CORONA (m)		ELEVACION INVER (m)		EXCAVACION (m3)	
		TUBO	TERRENO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	POZO	TUBO
111-112	66.41	0.0095	0.0014	103.9390	103.8458	103.3390	102.7082	103.2390	102.6082	3.1172	81.7263
112-113	4.80	0.0130	0.0122	103.8458	103.7870	102.6782	102.6157	102.5782	102.5157	5.0831	7.5022
121-113	52.61	0.0132	0.0023	103.9084	103.7870	103.3084	102.6157	103.2084	102.5157	3.1172	65.7254
113-114	30.65	0.0055	0.0047	103.7870	103.6418	102.5857	102.4171	102.4857	102.3171	5.1997	49.3305
120-119	51.32	0.0055	0.0001	103.6612	103.6582	103.0612	102.7789	102.9612	102.6789	3.1172	55.8633
119-114	47.54	0.0070	0.0003	103.6582	103.6418	102.7489	102.4171	102.6489	102.3171	4.1884	68.8716
114-115	26.02	0.0077	0.0077	103.6418	103.4420	102.3871	102.1867	102.2871	102.0867	5.3846	43.0772
118-117	46.03	0.0054	0.0001	103.4473	103.4443	102.8473	102.5988	102.7473	102.4988	3.1172	49.2537
117-115	53.23	0.0072	0.0000	103.4443	103.4420	102.5688	102.1867	102.4688	102.0867	4.0714	77.0133
115-116	9.99	0.0090	0.0081	103.4420	103.3606	102.1567	102.0668	102.0567	101.9668	5.4904	16.9211

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 4 de los planos).



**Tabla 34. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 18 al 27 ).**

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL											
PVS DEL - AL	LONG (m)	PENDIENTE		ELEV DEL TERRENO (m)		ELEV DE CORONA (m)		ELEVACION INVER (m)		EXCAVACION (m3)	
		TUBO	TERRENO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	POZO	TUBO
18-19	50.00	0.0220	0.0214	107.8935	106.8238	107.2935	106.1935	107.1935	106.0935	3.1172	47.5835
19-20	43.66	0.0150	0.0149	106.8238	106.1726	106.1635	105.5086	106.0635	105.4086	3.3260	43.8092
20-21	26.32	0.0133	-0.0023	106.1726	106.2328	105.4786	105.1279	105.3786	105.0279	3.4428	33.2831
57-56	50.00	0.0083	0.0082	107.5587	107.1482	106.9587	106.5437	106.8587	106.4437	3.1172	46.8730
56-21	43.31	0.0320	0.0211	107.1482	106.2328	106.5137	105.1279	106.4137	105.0279	3.2366	53.3397
21-22	8.20	0.0055	-0.0010	106.2328	106.2414	105.0979	105.0528	104.9979	104.9528	4.9699	12.7275
55-54	49.60	0.0079	0.0079	107.5934	107.2032	106.9934	106.6032	106.8934	106.5032	3.1172	46.3769
54-22	42.93	0.0354	0.0224	107.2032	106.2414	106.5732	105.0528	106.4732	104.9528	3.2211	54.7485
22-23	26.13	0.0055	0.0006	106.2414	106.2259	105.0228	104.8791	104.9228	104.7791	5.2596	44.0497
53-52	49.22	0.0078	0.0078	106.9526	106.5701	106.3526	105.9701	106.2526	105.8701	3.1172	46.0231
52-23	44.12	0.0241	0.0078	106.5701	106.2259	105.9401	104.8791	105.8401	104.7791	3.2211	60.0945
23-24	5.41	0.0055	0.0225	106.2259	106.1041	104.8491	104.8194	104.7491	104.7194	5.8074	9.3990
24-25	63.90	0.0140	0.0171	106.1041	105.0111	104.7894	103.8948	104.6394	103.7448	11.7667	111.3616
45-44	49.91	0.0079	0.0079	106.7931	106.3980	106.1931	105.7980	106.0931	105.6980	3.1172	46.6637
44-43	44.97	0.0180	0.0082	106.3980	106.0310	105.7680	104.9585	105.6680	104.8585	3.2211	54.4807
43-42	25.86	0.0245	0.0245	106.0310	105.3965	104.9285	104.2939	104.8285	104.1939	4.8577	38.4790
47-46	50.00	0.0086	0.0086	106.2186	105.7910	105.6186	105.1910	105.5186	105.0910	3.1172	46.7500
46-42	44.76	0.0194	0.0088	105.7910	105.3965	105.1610	104.2939	105.0610	104.1939	3.2211	54.9633
42-41	3.78	0.0207	0.0207	105.3965	105.3181	104.2639	104.1855	104.1639	104.0855	4.9616	5.7521
49-48	49.54	0.0079	0.0079	106.0749	105.6836	105.4749	105.0836	105.3749	104.9836	3.1172	46.3197
48-41	44.29	0.0196	0.0083	105.6836	105.3181	105.0536	104.1855	104.9536	104.0855	3.2211	55.1150
41-40	29.74	0.0060	0.0088	105.3181	105.0552	104.1555	103.9771	104.0555	103.8771	5.0655	44.8313
51-50	50.00	0.0085	0.0085	105.7937	105.3667	105.1937	104.7667	105.0937	104.6667	3.1172	46.7500
50-40	44.00	0.0173	0.0071	105.3667	105.0552	104.7367	103.9771	104.6367	103.8771	3.2211	53.4393
40-25	5.17	0.0101	0.0085	105.0552	105.0111	103.9471	103.8948	103.8471	103.7948	4.8770	7.7503
25-26	59.70	0.0055	0.0033	105.0111	104.8164	103.8648	103.5365	103.7148	103.3865	10.5765	103.8899
33-32	49.29	0.0081	0.0081	105.7368	105.3393	105.1368	104.7393	105.0368	104.6393	3.1172	46.0907
32-31	44.09	0.0072	0.0072	105.3393	105.0236	104.7093	104.3936	104.6093	104.2936	3.2211	42.6839
31-30	25.80	0.0200	0.0035	105.0236	104.9337	104.3636	103.8475	104.2636	103.7475	3.3250	31.8746
35-34	50.00	0.0081	0.0081	105.7244	105.3182	105.1244	104.7182	105.0244	104.6182	3.1172	46.7500
34-30	42.01	0.0200	0.0092	105.3182	104.9337	104.6882	103.8475	104.5882	103.7475	3.2211	51.2033
30-29	3.44	0.0055	0.0018	104.9337	104.9274	103.8175	103.7986	103.7175	103.6986	4.9049	5.1898
37-36	49.77	0.0081	0.0081	105.7243	105.3195	105.1243	104.7195	105.0243	104.6195	3.1172	46.5339
36-29	41.35	0.0215	0.0095	105.3195	104.9274	104.6895	103.7986	104.5895	103.6986	3.2211	51.3726
29-28	28.78	0.0055	0.0023	104.9274	104.8614	103.7686	103.6104	103.6686	103.5104	5.0524	46.0541
39-38	50.00	0.0083	0.0083	105.7190	105.3025	105.1190	104.7025	105.0190	104.6025	3.1172	46.7500
38-28	39.90	0.0266	0.0111	105.3025	104.8614	104.6725	103.6104	104.5725	103.5104	3.2211	52.2553
28-26	4.15	0.0106	0.0108	104.8614	104.8164	103.5804	103.5365	103.4804	103.4365	5.4758	6.9944
26-27	10.83	0.0048	0.0048	104.8164	104.7646	103.5065	103.4546	103.3565	103.3046	11.7333	20.0452

Fuente: Propia.

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 35. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 58 al 67 ).**

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL											
PVS DEL - AL	LONG (m)	PENDIENTE		ELEV DEL TERRENO (m)		ELEV DE CORONA (m)		ELEVACION INVER (m)		EXCAVACION (m3)	
		TUBO	TERRENO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	POZO	TUBO
58-59	39.86	0.0055	0.0052	105.9933	105.7871	105.3933	105.1741	105.2933	105.0741	3.1172	37.5493
59-60	52.65	0.0055	0.0059	105.7871	105.4750	105.1441	104.8545	105.0441	104.7545	3.2660	51.0644
60-61	26.74	0.0280	0.0120	105.4750	105.1549	104.8245	104.0759	104.7245	103.9759	3.2918	32.7854
97-96	50.00	0.0120	0.0113	105.9791	105.4132	105.3791	104.7791	105.2791	104.6791	3.1172	47.6879
96-61	44.85	0.0150	0.0058	105.4132	105.1549	104.7491	104.0759	104.6491	103.9759	3.3392	55.3335
61-62	6.81	0.0055	0.0121	105.1549	105.0724	104.0459	104.0084	103.9459	103.9084	4.8802	10.0169
95-94	49.24	0.0127	0.0127	105.9574	105.3312	105.3574	104.7312	105.2574	104.6312	3.1172	46.0431
94-62	45.58	0.0152	0.0057	105.3312	105.0724	104.7012	104.0084	104.6012	103.9084	3.2211	55.0023
62-63	26.43	0.0055	0.0107	105.0724	104.7904	103.9784	103.8331	103.8784	103.7331	4.8279	37.0848
93-92	42.83	0.0144	0.0144	105.9532	105.3372	105.3532	104.7372	105.2532	104.6372	3.1172	40.0441
92-63	50.81	0.0172	0.0108	105.3372	104.7904	104.7072	103.8331	104.6072	103.7331	3.2211	58.3317
63-64	12.56	0.0190	0.0114	104.7904	104.6470	103.8031	103.5645	103.7031	103.4645	4.4586	17.7467
64-65	63.35	0.0060	0.0072	104.6470	104.1884	103.5345	103.1544	103.3845	103.0044	10.3374	100.0377
85-84	36.83	0.0144	0.0144	105.8033	105.2713	105.2033	104.6713	105.1033	104.5713	3.1172	34.4383
84-83	45.33	0.0109	0.0109	105.2713	104.7778	104.6413	104.1473	104.5413	104.0473	3.2211	43.8878
83-82	26.28	0.0264	0.0098	104.7778	104.5212	104.1173	103.4234	104.0173	103.3234	3.3267	32.6432
87-86	50.00	0.0095	0.0095	105.3130	104.8358	104.7130	104.2358	104.6130	104.1358	3.1172	46.7500
86-82	39.12	0.0200	0.0080	104.8358	104.5212	104.2058	103.4234	104.1058	103.3234	3.2211	47.9282
82-81	6.03	0.0156	0.0156	104.5212	104.4275	103.3934	103.2997	103.2934	103.1997	4.9452	9.1349
89-88	48.19	0.0084	0.0084	105.1643	104.7576	104.5643	104.1576	104.4643	104.0576	3.1172	45.0570
88-81	40.43	0.0205	0.0082	104.7576	104.4275	104.1276	103.2997	104.0276	103.1997	3.2211	50.2114
81-80	25.83	0.0060	0.0049	104.4275	104.3006	103.2697	103.1147	103.1697	103.0147	5.0491	40.4057
91-90	43.13	0.0068	0.0068	104.9558	104.6640	104.3558	104.0640	104.2558	103.9640	3.1172	40.3289
90-80	46.63	0.0197	0.0078	104.6640	104.3006	104.0340	103.1147	103.9340	103.0147	3.2211	59.3900
80-65	12.68	0.0088	0.0088	104.3006	104.1884	103.0847	102.9725	102.9847	102.8725	5.2503	20.4451
65-66	59.16	0.0093	0.0093	104.1884	103.6370	102.9425	102.3911	102.7925	102.2411	11.2804	105.1672
73-72	41.76	0.0065	0.0065	104.9143	104.6413	104.3143	104.0413	104.2143	103.9413	3.1172	39.0414
72-71	47.27	0.0077	0.0077	104.6413	104.2768	104.0113	103.6468	103.9113	103.5468	3.2211	45.7537
71-70	26.14	0.0219	0.0058	104.2768	104.1248	103.6168	103.0451	103.5168	102.9451	3.3250	32.1996
75-74	50.00	0.0061	0.0061	104.8183	104.5128	104.2183	103.9128	104.1183	103.8128	3.1172	46.7500
74-70	39.89	0.0210	0.0097	104.5128	104.1248	103.8828	103.0451	103.7828	102.9451	3.2211	48.4832
70-69	5.70	0.0070	0.0070	104.1248	104.0849	103.0151	102.9751	102.9151	102.8751	4.8828	8.5239
77-76	50.33	0.0060	0.0060	104.8049	104.5010	104.2049	103.9010	104.1049	103.8010	3.1172	47.0573
76-69	39.22	0.0228	0.0106	104.5010	104.0849	103.8710	102.9751	103.7710	102.8751	3.2211	48.3196
69-68	26.21	0.0085	0.0096	104.0849	103.8340	102.9451	102.7224	102.8451	102.6224	4.9867	39.6631
79-78	50.00	0.0060	0.0060	104.7049	104.4026	104.1049	103.8026	104.0049	103.7026	3.1172	46.7500
78-68	38.24	0.0275	0.0149	104.4026	103.8340	103.7726	102.7224	103.6726	102.6224	3.2211	47.1504
68-66	12.46	0.0242	0.0158	103.8340	103.6370	102.6924	102.3911	102.5924	102.2911	4.9932	19.7952
66-67	6.73	0.0058	0.0058	103.6370	103.5979	102.3611	102.3220	102.2111	102.1720	11.4925	12.1963

Fuente: Propia

Nota: Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 36. Resultados de los cálculos topografico de aguas residuales (tramo del 167 al 134).**

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL											
PVS DEL - AL	LONG (m)	PENDIENTE		ELEV DEL TERRENO (m)		ELEV DE CORONA (m)		ELEVACION INVER (m)		EXCAVACION (m3)	
		TUBO	TERRENO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	POZO	TUBO
167-166	50.00	0.0055	0.0017	104.8391	104.7555	104.2391	103.9641	104.1391	103.8641	3.1172	52.0134
166-165	38.54	0.0055	0.0030	104.7555	104.6384	103.9341	103.7221	103.8341	103.6221	3.8840	47.4374
165-164	26.32	0.0055	0.0030	104.6384	104.5587	103.6921	103.5473	103.5921	103.4473	4.3166	35.5809
164-163	24.65	0.0071	0.0015	104.5587	104.5215	103.5173	103.3432	103.4173	103.2432	4.6458	36.8788
170-169	49.80	0.0055	-0.0001	104.6715	104.6779	104.0715	103.7976	103.9715	103.6976	3.1172	54.2380
169-168	41.34	0.0055	0.0016	104.6779	104.6130	103.7676	103.5402	103.6676	103.4402	4.1917	56.4551
168-163	30.38	0.0055	0.0030	104.6130	104.5215	103.5102	103.3432	103.4102	103.2432	4.8584	46.4669
163-126	6.03	0.0055	0.0021	104.5215	104.5090	103.3132	103.2800	103.2132	103.1800	5.2242	9.7460
173-172	50.00	0.0056	0.0000	104.6579	104.6580	104.0579	103.7769	103.9579	103.6769	3.1172	54.4785
172-171	34.74	0.0055	0.0009	104.6580	104.6262	103.7469	103.5559	103.6469	103.4559	4.1944	47.4137
171-126	38.27	0.0064	0.0031	104.6262	104.5090	103.5259	103.2800	103.4259	103.1800	4.8502	59.5561
122-123	50.00	0.0055	0.0055	105.4005	105.1267	104.8005	104.5255	104.7005	104.4255	3.1172	46.7814
123-124	48.42	0.0100	0.0097	105.1267	104.6558	104.4955	104.0114	104.3955	103.9114	3.2250	47.2798
124-125	26.83	0.0207	0.0048	104.6558	104.5259	103.9814	103.4273	103.8814	103.3273	3.3749	33.5464
175-174	50.00	0.0055	0.0060	104.7683	104.7683	104.4678	104.1928	104.3678	104.0928	3.1172	46.0770
174-125	49.04	0.0150	0.0049	104.7683	104.5259	104.1628	103.4273	104.0628	103.3273	3.1363	59.4470
125-126	7.49	0.0157	0.0023	104.5259	104.5090	103.3973	103.2800	103.2973	103.1800	4.9481	11.7717
126-127	27.85	0.0060	0.0025	104.5090	104.4384	103.2500	103.0829	103.1000	102.9329	11.3735	51.4718
160-159	51.17	0.0065	0.0064	105.0137	104.6838	104.4137	104.0810	104.3137	103.9810	3.1172	47.9260
159-158	48.07	0.0055	0.0034	104.6838	104.5185	104.0510	103.7867	103.9510	103.6867	3.2306	49.2941
158-157	27.15	0.0156	0.0036	104.5185	104.4199	103.7567	103.3319	103.6567	103.2319	3.6778	35.0938
162-161	50.00	0.0066	0.0065	104.6850	104.3583	104.0850	103.7550	103.9850	103.6550	3.1172	46.8402
161-157	49.14	0.0080	-0.0013	104.3583	104.4199	103.7250	103.3319	103.6250	103.2319	3.2324	60.0331
157-127	6.59	0.0332	-0.0028	104.4199	104.4384	103.3019	103.0829	103.2019	102.9829	4.9113	10.7848
127-128	70.96	0.0055	-0.0005	104.4384	104.4764	103.0529	102.6626	102.9029	102.5126	12.2675	155.0146
128-129	70.96	0.0055	0.0024	104.4764	104.3035	102.6326	102.2424	102.4826	102.0924	15.5064	183.8013
156-155	9.80	0.0230	0.0226	104.2323	104.0110	103.6323	103.4069	103.5323	103.3069	3.1172	9.1824
155-129	18.94	0.0055	-0.0154	104.0110	104.3035	103.3769	103.2727	103.2769	103.1727	3.2350	22.5553
129-130	34.94	0.0055	0.0053	104.3035	103.6575	102.2124	102.0202	102.0624	101.8702	17.2546	86.9680
153-152	25.97	0.0080	0.0193	104.4574	104.3197	103.8574	103.6497	103.7574	103.5497	3.1172	25.2838
152-151	30.50	0.0323	0.0119	104.3197	103.7300	103.6197	102.6348	103.5197	102.5348	3.4638	38.5049
154-151	37.94	0.0250	0.0119	104.1833	103.7300	103.5833	102.6348	103.4833	102.5348	3.1172	45.8067
151-130	4.09	0.0177	0.0177	103.7300	103.6575	102.6048	102.5325	102.5048	102.4325	4.9360	6.1855
130-131	37.46	0.0174	0.0174	103.6575	103.0063	101.9902	101.3384	101.8402	101.1884	14.2595	84.7557
149-148	43.87	0.0150	0.0123	104.1069	103.5683	103.5069	102.8489	103.4069	102.7489	3.1172	43.8928
148-147	28.77	0.0175	0.0175	103.5683	103.0648	102.8189	102.3154	102.7189	102.2154	3.6343	31.6297
150-147	54.45	0.0140	0.0113	103.6803	103.0648	103.0803	102.3154	102.9803	102.2154	3.1172	55.3828
147-131	4.74	0.0150	0.0123	103.0648	103.0663	102.2854	102.2143	102.1854	102.1143	3.7384	5.4009
131-132	33.81	0.0115	0.0114	103.0663	102.6195	101.3084	100.9196	101.1584	100.7696	14.4749	77.7171
144-143	31.42	0.0110	0.0108	103.7140	103.3743	103.1140	102.7684	103.0140	102.6684	3.1172	29.4787
143-142	33.85	0.0120	0.0113	103.3743	102.9933	102.7384	102.3322	102.6384	102.2322	3.2415	33.4592
142-141	29.44	0.0120	0.0120	102.9933	102.6405	102.3022	101.9489	102.2022	101.8489	3.4328	30.4854
146-145	42.18	0.0146	0.0114	103.5842	103.1024	102.9842	102.3683	102.8842	102.2683	3.1172	42.5491
145-141	35.68	0.0109	0.0129	103.1024	102.6405	102.3383	101.9489	102.2383	101.8489	3.6853	38.3794
141-132	2.37	0.0200	0.0089	102.6405	102.6195	101.9189	101.8716	101.8189	101.7716	3.5383	2.5643
132-133	35.11	0.0102	0.0101	102.6195	102.2639	100.8896	100.5315	100.7396	100.3815	14.7012	82.0170
138-137	39.21	0.0123	0.0120	103.5251	103.0531	102.9251	102.4428	102.8251	102.3428	3.1172	36.8789
137-136	38.71	0.0125	0.0124	103.0531	102.5732	102.4128	101.9290	102.3128	101.8290	3.2566	37.9868
136-135	28.93	0.0260	0.0102	102.5732	102.2795	101.8990	101.1472	101.7990	101.0472	3.3740	36.6962
140-139	45.60	0.0150	0.0145	103.4470	102.7879	102.8470	102.1630	102.7470	102.0630	3.1172	43.2605
139-135	49.29	0.0200	0.0103	102.7879	102.2795	102.1330	101.1472	102.0330	101.0472	3.3074	62.0096
135-133	1.68	0.0094	0.0093	102.2795	102.2639	101.1172	101.1014	101.0172	101.0014	5.0647	2.6089
133-134	13.02	0.0090	0.0096	102.2639	102.1394	100.5015	100.3842	100.3515	100.2342	14.9314	30.8362

Fuente: Propia.

**Nota:** Colector principal, Ver anexo h (Lamina 3 de los planos).



**Tabla 37. Resultados de los cálculos topográfico de aguas residuales (tramo del 7 al 195 ).**

CALCULOS TOPOGRAFICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO CONDOMINIAL											
PVS DEL - AL	LONG (m)	PENDIENTE		ELEV DEL TERRENO (m)		ELEV DE CORONA (m)		ELEVACION INVER (m)		EXCAVACION (m3)	
		TUBO	TERRENO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	ARRIBA	ABAJO	POZO	TUBO
7-15	105.02	0.0060	0.0012	105.9386	105.8110	104.7470	104.1169	104.5970	103.9669	10.8967	210.4813
15-27	110.52	0.0065	0.0095	105.8110	104.7646	104.0869	103.3685	103.9369	103.2185	14.6604	236.4060
27-67	115.09	0.0091	0.0101	104.7646	103.5979	103.3385	102.2950	103.1885	102.1450	12.5539	220.2894
67-104	103.42	0.0023	0.0020	103.5979	103.3921	102.2650	102.0300	102.0650	101.8300	12.2486	210.6635
104-116	107.07	0.0055	0.0003	103.3921	103.3606	102.0000	101.4111	101.8000	101.2111	12.6672	259.6366
116-176	87.97	0.0040	0.0121	103.3606	102.2936	101.3811	101.0293	101.1811	100.8293	16.8193	208.1615
176-134	19.58	0.0314	0.0079	102.2936	102.1394	100.9993	100.3840	100.7993	100.1840	11.9761	44.0581
134-177	22.96	0.0055	0.0011	102.1394	102.1141	100.3540	100.2277	100.1540	100.0277	15.4473	60.2334
177-178	37.70	0.0045	0.0000	102.1141	102.1141	100.1977	100.0281	99.9977	99.8281	16.3732	106.3710
178-179	34.05	0.0045	-0.0016	102.1141	102.1684	99.9981	99.8448	99.7981	99.6448	17.7844	105.0022
179-180	31.75	0.0045	0.0005	102.1684	102.1514	99.8148	99.6720	99.6148	99.4720	19.4635	105.3962
180-181	34.73	0.0045	0.0077	102.1514	101.8837	99.6420	99.4857	99.4420	99.2857	20.5652	116.8363
181-182	33.61	0.0045	0.0110	101.8837	101.5153	99.4557	99.3044	99.2557	99.1044	19.9892	107.6645
182-183	31.52	0.0045	0.0142	101.5153	101.0666	99.2744	99.1326	99.0744	98.9326	18.6662	92.1837
183-184	33.06	0.0045	0.0199	101.0666	100.4091	99.1026	98.9538	98.9026	98.7538	16.7094	81.7098
184-185	32.24	0.0045	0.0123	100.4091	100.0121	98.9238	98.7788	98.7238	98.5788	13.3254	66.1279
185-186	32.24	0.0045	0.0020	100.0121	99.9490	98.7488	98.6037	98.5488	98.4037	11.7569	64.0014
186-187	46.78	0.0045	-0.0072	99.9490	100.2855	98.5737	98.3632	98.3737	98.1632	12.5483	112.2029
187-188	99.98	0.0045	0.0045	100.2855	99.8332	98.3332	97.8833	98.1332	97.6833	16.6272	276.0834
188-189	66.30	0.0045	0.0091	99.8332	99.2310	97.8533	97.5549	97.6533	97.3549	16.8223	173.2834
189-190	17.61	0.0045	0.0143	99.2310	98.9789	97.5249	97.4457	97.3249	97.2457	14.8865	41.6293
190-191	45.89	0.0045	0.0143	98.9789	98.3209	97.4157	97.2092	97.2157	97.0092	13.8769	92.9264
191-192	99.37	0.0220	0.0289	98.3209	95.4539	97.1792	94.9930	96.9792	94.7930	10.8977	137.2936
192-193	52.76	0.0040	0.0056	95.4539	95.1580	94.9630	94.7519	94.7630	94.5519	6.2975	50.5600
193-194	54.01	0.0020	-0.0015	95.1580	95.2410	94.7219	94.6139	94.5219	94.4139	5.9098	57.1381
194-195	82.22	0.0038	-0.0036	95.2410	95.5386	94.5839	94.2715	94.3839	94.0715	7.4717	129.4604

Fuente: Propia

**Nota:** Colector principal, Ver anexo h (Lamina 3,4,5,6,7 de los planos).



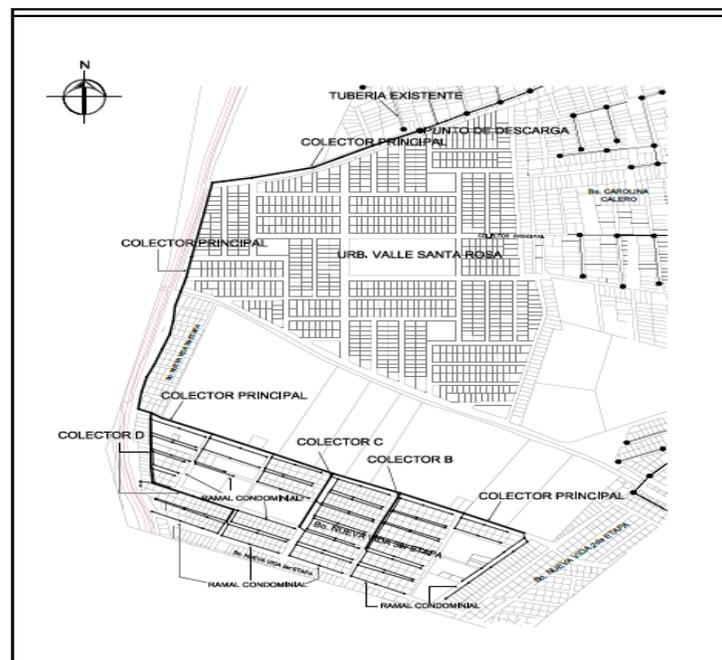
### 5.3.Tercer capítulo: Planos constructivos de diseño del sistema propuesto.

#### 5.3.1. Consideraciones generales.

Los planos elaborados para el sistema propuesto de alcantarillado sanitario de la tercera etapa del barrio nueva vida del municipio de ciudad Sandino, se adjunta en los anexos h, están conformados por:

- Portada
- Plano de conjunto
- Plano topográfico.
- Planos de sistema de red de alcantarillado sanitario.
- Plano de plantas perfiles.
- Plano de detalles.

En este juego de planos se presentan el conjunto de colector principal, colector secundario y sus ramales, así como diámetro de tuberías, pendientes, datos de los dispositivos de visitas, dispositivos de inspección, curvas de nivel, perfiles de terrenos y tuberías, así como una serie de detalles constructivos del sistema. A continuación podemos observar en la figura n° 21, un plano de conjunto del sistema propuesto.



Fuente: Propia.

**Figura 21. Plano de conjunto del sistema propuesto.**



## **5.4. Cuarto capítulo: Presupuesto de diseño del sistema propuesto.**

### **5.4.1. Consideraciones generales.**

Para realizar estos cálculos fue conveniente apoyarse del software Microsoft Excel que nos facilitó realizar los mismos para poder determinar el costo aproximado que tomaría construir el sistema de alcantarillado propuesto.

En la integración del presupuesto se consideraron como costos directos: la mano de obra calificada, la no calificada, las prestaciones laborales, los materiales de construcción y el transporte de los mismos. Como costos indirectos se consideraron: la supervisión técnica, los costos de administración y la utilidad. Los precios unitarios de costos directos e indirectos fueron proporcionados de una base de datos facilitada por el ing. Ervin Cabrera.

Es importante el señalar que se realizó una inspección de todas las calles de la III etapa del barrio Nueva Vida, para efectos de corroborar a las condiciones de esta, sin embargo estas pueden sufrir variaciones significativas con el paso del tiempo, por lo que al momento de ejecutar el proyecto, se debe realizar una nueva inspección para verificar las condiciones reales de campo.

Para un presupuesto más específico, será necesario contar con un estudio de suelos para verificar las condiciones de campo en el sector y evaluar las medidas a tomar, basado en las condiciones encontradas; ya que el presupuesto realizado en este trabajo de graduación ha sido de una forma general, asumiendo el tipo de suelo según la ubicación del barrio y observaciones de campo. La apertura de nuevas calles, requerirá el hacer los ajustes correspondientes del presupuesto. A continuación se muestra el presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario propuesto:



## 5.4.2. Cuadro de presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario propuesto.

**Tabla 38. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario propuesto.**

**PRESUPUESTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO BARRIO NUEVA VIDA 3RA ETAPA**

DESCRIPCIÓN	U / M	CANT.	COSTO		COSTOS UNITARIOS				SUB TOTALES				TOTAL C\$
			UNIT.	MAT.	M / OBRA	TRANSP.	EQUIPOS	MATERIAL	M / OBRA	TRANSP.	EQUIPO		
<b>PRELIMINARES</b>									42,807.74	123,342.95	56,606.84	32,786.41	255,543.94
Limpieza inicial en Derecho de Via	ml	7,550.19	12.00		7.00	5.00							90,602.24
Trazo y nivelación	ml	7,550.19	15.76	3.94	8.75	2.19	0.88		29,747.74	66,064.14	16,534.91	6,606.41	118,953.20
Rotulo Alusivo del Proyecto	c/u	1.00	6,445.00	4,000.00	1,600.00	665.00	180.00		4,000.00	1,600.00	665.00	180.00	6,445.00
Facilidades Temporales (Champas)	Glb	1.00	12,896.00	8,600.00	2,685.00	1,611.00			8,600.00	2,685.00	1,611.00		12,896.00
Instalaciones Provisionales de Energía Eléctrica	Glb	1.00	482.00	320.00	125.00	37.00			320.00	125.00	37.00		482.00
Instalaciones Provisionales de Agua Potable	Glb	1.00	165.50	140.00	17.50	8.00			140.00	17.50	8.00		165.50
Letrina Provisional (Tipo Mapreco )	mes	4.00	6,500.00				6,500.00					26,000.00	26,000.00
<b>COLECTORAS</b>			0.00						1221,514.59	1725,975.12	361,412.74	705,742.15	4014,644.59
<b>Excavación Para Tubería</b>		13,204.38	0.00						0.00	832,457.01	86,758.07	361,514.83	1280,729.91
Excavación manual en Suelo Normal,prof de 0 a 1.20 m	m3	10,563.51	74.96		60.00	14.96				633,810.30		158,030.03	791,840.33
Excavación manual en Roca	m3	1,056.35	210.06		85.30	37.13	87.63			90,106.70	39,222.29	92,567.99	221,896.99
Excavación manual en Piedra Cantera	m3	1,584.53	168.50		68.50	30.00	70.00			108,540.01	47,535.77	110,916.80	266,992.59
<b>Relleno Y Compactación</b>		13,204.38	0.00						174,555.35	776,282.62	125,112.49	248,762.84	1324,713.30
Relleno y Compactación con material del sitio	m3	10,453.51	67.90		58.50	3.20	6.20			611,530.04	33,451.22	64,811.73	709,792.99
Botar Material sobrante a 1.0 km con equipo	m3	2,695.88	42.66			14.20	28.46				38,281.44	76,724.64	115,006.08
Acarreo de Material Selecto a 1.5 km c/ equipo	m3	2,745.88	112.66	63.57		16.24	32.85		174,555.35		44,593.03	90,202.03	309,350.42
Relleno Especial con material selecto	m3	2,745.88	69.40		60.00	3.20	6.20			164,752.58	8,786.80	17,024.43	190,563.81
<b>Instalación de Tubería</b>		7,550.19	0.00						1046,959.23	117,235.49	149,542.18	95,464.48	1409,201.38
Tubería de 4" PVC SDR -41	ml	5,459.50	160.80	125.00	10.23	15.68	9.89		682,437.75	55,850.71	85,604.99	53,994.47	877,887.92
Tubería de 6" PVC SDR -41	ml	883.86	183.37	135.00	13.64	24.50	10.23		119,320.70	12,055.81	21,654.50	9,041.86	162,072.86
Tubería de 8" PVC SDR -41	ml	1,206.83	205.86	150.00	15.85	28.78	11.23		181,024.20	19,128.22	34,732.51	13,552.68	248,437.61
Pruebas de Exfiltración	ml	7,550.19	16.00	8.50	4.00	1.00	2.50		64,176.59	30,200.75	7,550.19	18,875.47	120,802.99
<b>DISPOSITIVOS DE INSPECCION</b>	c/u	194.00	0.00						2114,206.20	1037,053.19	105,831.21	221,897.97	3478,988.57
Excavación manual	m3	1,121.41	230.00		215.00	15.00				241,102.08		16,821.08	257,923.15
Relleno material del sitio	m3	672.84	67.00		58.00	2.50	6.50			39,024.89	1,682.11	4,373.48	45,080.48
Relleno Especial con material selecto	m3	448.56	69.00		60.00	2.50	6.50			26,913.72	1,121.41	2,915.65	30,950.78
Botar Material Sobrante	m3	448.56	59.50			18.50	41.00				8,298.40	18,391.04	26,689.44
Acarreo de Material Selecto a 1.5 km c/ equipo	m3	448.56	177.00	100.00		25.00	52.00		44,856.20		11,214.05	23,325.22	79,395.47
Dispositivo de inspeccion (Profundidad = 0.90 a 1.20 m.)	c/u	116.00	11,955.00	7,500.00	3,300.00	350.00	805.00		870,000.00	382,800.00	40,600.00	93,380.00	1386,780.00
Dispositivo de inspeccion (Profundidad = 1.21 a 2.00 m.)	c/u	62.00	13,551.00	8,400.00	3,925.00	368.00	858.00		520,800.00	243,350.00	22,816.00	53,196.00	840,162.00
Dispositivo de inspeccion (Profundidad = 2.01 a 2.50 m.)	c/u	11.00	15,712.25	11,380.00	3,225.00	956.75	150.50		125,180.00	35,475.00	10,524.25	1,655.50	172,834.75
Dispositivo de inspeccion (Profundidad = 2.51 a 3.50 m.)	c/u	5.00	19,194.50	13,674.00	3,977.50	1,333.00	210.00		68,370.00	19,887.50	6,665.00	1,050.00	95,972.50
Tapas de Polietileno	c/u	194.00	2,800.00	2,500.00	250.00	15.00	35.00		485,000.00	48,500.00	2,910.00	6,790.00	543,200.00
<b>CONEXIONES DOMICILIARES</b>	c/u	473.00	0.00						804,100.00	189,200.00	18,920.00	42,570.00	1054,790.00
Conexion domiciliar	c/u	473.00	2,230.00	1,700.00	400.00	40.00	90.00		804,100.00	189,200.00	18,920.00	42,570.00	1054,790.00
<b>OTRAS OBRAS</b>			0.00						464,207.80	361,703.45	42,560.65	133,801.95	1002,273.85
Demoler y reconstruir carpeta de rodamiento	m2	5,285.13	180.00	60.00	65.00	5.00	15.00		317,107.80	343,533.45	26,425.65	79,276.95	766,343.85
Concreto de 2500 psi p/ protección de tubería	m3	63.00	2,210.00	1,800.00	90.00	95.00	225.00		113,400.00	5,670.00	5,985.00	14,175.00	139,230.00
Medidas de Mitigación (cisterna contra tolvaneras)	glb	1.00	70,000.00	20,000.00		10,000.00	40,000.00		20,000.00		10,000.00	40,000.00	70,000.00
Rotulos y señalizacion Preventiva	glb	1.00	17,000.00	12,000.00	5,000.00				12,000.00	5,000.00			17,000.00
Señalización Nocturna	c/u	1.00	9,700.00	1,700.00	7,500.00	150.00	350.00		1,700.00	7,500.00	150.00	350.00	9,700.00
<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>	glb	1.00	0.00						1,000.00	7,000.00	0.00	0.00	8,000.00
Limpieza Final	glb	1.00	6,000.00	1,000.00	5,000.00				1,000.00	5,000.00			6,000.00
Entrega y Detalles	día	1.00	2,000.00		2,000.00					2,000.00			2,000.00
<b>PRESTACIONES SOCIALES (33% de mano de obra)</b>	0.33									1136,610.65			1136,610.65
<b>SUB TOTAL COSTO DIRECTO</b>													10950,851.61
<b>Costos Indirectos</b>													
Administración 10% del directo	10%												1095,085.16
Imprevistos 10% del directo	10%												1095,085.16
Utilidades:10% de CD+ADM.+IMP.	10%												1314,102.19
Supervisión 5% de CD	5%												547,542.58
<b>SUB TOTAL COSTO INDIRECTO</b>													4051,815.09
Total Directos + Indirectos													15002,666.70
<b>Impuesto de la Municipalidad (1.0% CD+CI)</b>	1%												150,026.67
<b>TOTAL ESTIMADO C\$</b>													15152,693.37
<b>TOTAL ESTIMADO US\$</b>													541,167.62

Fuente: Propia.



## **VI. CONCLUSIONES.**

Se realizó la caracterización del área en estudio obteniendo información directa y realista para la elaboración del diseño de la red de alcantarillado propuesta en este documento.

La propuesta de alcantarillado sanitario se diseñó de acuerdo a la “guía técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario condominial de INAA” publicada en el sitio web. La red de alcantarillado sanitario se diseñó para una cobertura del 100% de la población del área de estudio y se logró desarrollar para que trabaje enteramente por gravedad sin necesidad de bombeo en ningún punto. El sistema de alcantarillado condominial propuesto comprende: 195 dispositivos de visita sanitario (116 cajas de registro de inspección y 78 pozos de inspección), 5,459.50 m de tubería de diámetro 4”, 883.86 m de tubería de diámetro 6”, y 1,206.83 m de tubería de diámetro 8”; toda las tuberías de PVC SDR-41 y este sistema tiene como función transportar atravez de la red las aguas servidas de las viviendas, por medio de la fuerza gravitacional hasta el punto de descarga, para luego ser conducido atravez de la red existente a la planta de tratamiento ubicada en la parte norte de Ciudad Sandino.

Se elaboraron los planos constructivos de la red de alcantarillado dimensionado de acuerdo a los resultados obtenidos en el diseño de la propuesta del alcantarillado sanitario de la tercera etapa del barrio Nueva Vida del municipio de Ciudad Sandino.

Se determinó los costos que conlleva la realización de este, teniendo un monto total de seiscientos ochenta y nueve mil doscientos cincuenta y nueve coma ochenta y siete dólares americanos (U\$ 541,167.62 ), en base a precios actuales de mano de obras, costo de equipo.



## **6.1. Alcances y limitaciones.**

Nuestra propuesta de diseño de alcantarillado sanitario para la tercera etapa del barrio nueva vida cubre las expectativas con las cuales fue planteado en la etapa inicial, debido a que dará 100% cobertura a la totalidad de la zona urbana y se cumplieron todos los objetivos, sin embargo se presentaron dificultades en cuanto:

- La realización de un levantamiento planimétrico y altimétrico del lugar, ya que no fue realizado, debido a razones de tiempo y mucho trabajo, en periodo de ejecución de proyecto de parte de la dirección de planificación y desarrollo de la Alcaldía de Ciudad Sandino. No omitiendo decir que si fue planificado entre ambas partes pero surgieron imprevistos, por lo tanto nos fueron proporcionados, una base de archivos de datos en excell obtenido por un levantamiento realizados por ellos. Esta información fue procesada en CivilCad 2013 para la elaboración de nuestros planos.
- El estudio de Impacto Ambiental y el Programa de Adecuación ambiental no se realizaron para el presente trabajo. Por ende, el Formulario Ambiental no será aplicado dentro de esta investigación ya que la propuesta de diseño es a manera de anteproyecto.
- El presupuesto que se han realizado en este trabajo de graduación ha sido de una forma general, asumiendo el tipo de suelo según la ubicación del barrio, y observaciones de campos, de manera que no se pudo realizar estudios de suelos; para obtener un presupuesto acorde a las características del lugar se recomienda realizarlos.



## **VII. RECOMENDACIONES.**

En base a lo que establece el documento se recomienda lo siguiente:

- ✚ El diseño de la red se limita para el desalojo exclusivo de las aguas residuales domésticas.
- ✚ Se recomienda realizar un estudio adecuado para el diseño de elemento de protección de tuberías que se encuentran a poca profundidad.
- ✚ Para garantizar la calidad del diseño se debe ejecutar la construcción de la red tal como está contemplado en los planos y especificaciones técnicas, ya que fueron estipuladas especialmente para esta investigación.
- ✚ Si el proyecto se ejecuta en un periodo diferente al contemplado en la investigación, se debe hacer un ajuste de precios de materiales, mano de obra e insumos, debido a la inflación del mercado y la variabilidad de los precios.
- ✚ Se debe respetar el periodo de diseño del proyecto, debido a que los caudales se encuentran estimados en base a la dotación por habitante, por lo que después del año 2,038, habría que realizar una evaluación tanto física como hidráulica de la red, de acuerdo al crecimiento de la población.
- ✚ Los proyectos de infraestructura para el sector de agua servida no presentan impacto ambientales adverso de gran magnitud, que pudiesen poner en riesgo la salud de la persona o el medio ambiente si no por el contrario, se espera satisfacer una demanda de gran necesidad, sin embargo recomendamos que a la hora de hacerse posible este, se realice el análisis de impacto ambientales por la actividades más comunes que requiere entre esta: despeje y corte de vegetación, apertura de acceso de camino, movimiento de tierras, generación de polvo debido a la excavaciones de zanjas, emisiones de gases contaminantes y ruidos por el uso de maquinaria de la construcción.



## VIII. BIBLIOGRAFIA.

- + Jose Amar Amar, Camilo Madariaga Orozco, (2008). Proyectos sociales y cuidado de la infancia, Barranquilla: Ediciones Uninarte.
- + Marlon Sánchez. (2006); Diseño de red de alcantarillado sanitario. 5<sup>a</sup>. Ed.
- + Ramírez, T. (1.999). Como hacer el proyecto de una investigación. Caracas: Panapo.
- + (2000); Ficha municipal de caracterización Territorial del Municipio Ciudad Sandino. Comité Distrital para el Desarrollo de Ciudad Sandino, Ayuda Popular de Noruega (APN).
- + (2012); Documento de evaluación ambiental de la fase 1 del proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales de Ciudad Sandino.
- + (2005); Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales. Instituto Nicaragüense de acueducto y alcantarillados (INAA), ente regulador.
- + (2013); Guía de criterios técnicos para el diseño de sistema de alcantarillado sanitario condominial. Instituto Nicaragüense de acueducto y alcantarillados (INAA), ente regulador.
- + (2009); Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos. Comisión Nacional de agua (CNA).
- + (1986) Norma brasileña (NBR 9649), Proyecto de redes de esgoto.

### Sitios web visitados:

- + (2014, 25 de agosto). Sistema de alcantarillado sanitario. Tomado de:  
<http://es.scribd.com/doc/23068566/Alcantarillado-Definicion-y-Clasificacion>
- + (2014, 15 de septiembre). Métodos y estudios para alcantarillado sanitario. Recuperado de:  
[http://www.engineeringtoolbox.com/mannings-roughness-d\\_799.html](http://www.engineeringtoolbox.com/mannings-roughness-d_799.html)
- + (2014, 25de septiembre). Equipo topográficos. Recuperado de:  
<http://es.slideshare.net/karlarmargotRMz/equipos-topograficos>
- + (2014, 25 agosto). Normativa de alcantarillado sanitario condominial, guía de criterios técnicos para el diseño. Recuperado de:



<http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/guiastecnicas/GUIA%20DE%20CRITERIOS%20TECNICOS%20PARA%20EL%20DISENO.pdf/view>

- ✚ (2015, 15 de enero). ingeniería sanitaria- alcantarillado de agua. Tomado de:  
[http://www.siss.cl/572/articles-5853\\_NCh01105.pdf](http://www.siss.cl/572/articles-5853_NCh01105.pdf) .
- ✚ (2015, 15 de enero). Relación de tubo parcialmente lleno. Recuperado de:  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382013000100001&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1680-03382013000100001&script=sci_arttext)
- ✚ (2015, 25 de febrero).Componente de una red de alcantarillado sanitario:  
<http://garrynevyll.blogspot.com/2010/04/definicion-de-acueducto-y.html>
- ✚ (2015, 25 de febrero). Flujos en tuberías a sección parcialmente llena:  
[http://www.revistatlaloc.org.mx/anteriores/edicion\\_48/art\\_03\\_edi48.htm](http://www.revistatlaloc.org.mx/anteriores/edicion_48/art_03_edi48.htm)
- ✚ (2015, 27 de febrero).sistema de alcantarillado convencional  
:<http://civilgeeks.com/2011/08/14/alternativas-a-un-sistema-de-alcantarillado-sanitario-convencional/>
- ✚ (2015, 27 de febrero).sistema de alcantarillado no convencional  
:<http://civilgeeks.com/2011/08/14/alternativas-a-un-sistema-de-alcantarillado-sanitario-convencional/>
- ✚ (2015, 27 de febrero).diseño de alcantarillado sanitario:  
<http://www.ebah.com.br/content/ABAAfyG4AG/disenio-alcantarillado?part=5>
- ✚ (2015, 27 de febrero).diseño y métodos constructivos de sistemas de alcantarillado sanitarios:  
<http://civilgeeks.com/2012/09/07/disenio-y-metodos-constructivos-de-sistemas-de-alcantarillado-y-evacuacion-de-aguas-residuales/>
- ✚ (2015, 27 de febrero).diseño de alcantarillado sanitarios condominial:  
<http://alianzaporelagua.org/Compendio/tecnologias/c/c6.html>



## IX. ANEXOS.

### ANEXOS A. Listado de ecuaciones.

ECUACIONES	DESCRIPCIÓN
$Q_{min} = 1,5 \text{ l/s}$	Ecuación (3.1) Caudal mínimo Norma Brasileña NBR9649
$Q_{mh} = K * Q_{med}$	Ecuación (3.2) Caudal máximo horario. NBR9649
$K = K1 * K$	Ecuación (3.3) Coeficiente de flujo máximo
$Q_d = Q_{mh} + Q_i + Q_c + Q_{ind} + Q_{inst}$	Ecuación (3.4) Caudal de diseño
$\tau = W * R_h * S$	Ecuación (3.5) Tensión tractiva.
$S = \tau / (W * R_h)$	Ecuación (3.6) Pendiente mínimas.
$Q = V \times A$	Ecuación (3.7) de la continuidad.
$V = \frac{1}{n} \times R_H^{2/3} \times S^{1/2}$	Ecuación (3.8) Formula de manning.
$R_H = \frac{\frac{\pi}{4} \times D^2}{2 \times \pi \times r} = \frac{D}{4}$	Ecuación (3.9) para tuberías a sección llena
$\frac{a}{D} < 80\%$	Ecuación (3.10) diseño de tubería al 80% de capacidad
<b>Relaciones hidráulicas para secciones parcialmente llenas en las siguientes expresiones:</b>	
$\theta = 2A \cos(1 - \frac{2h}{D})$	Ecuación (3.11), ángulo central $\theta^\circ$ en grado sexagesimal.
$rh = \frac{D}{4} (1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta})$	Ecuación (3.12,) del radio hidráulico.
$v = \frac{0.397 * D^{2/3}}{n} (1 - \frac{360 * \text{sen} \theta}{2 * \pi * \theta})^{2/3} * S^{1/2}$	Ecuación (3.13) de la velocidad.



$q = \frac{D^{8/3}}{7257.15n(2 * \pi * \theta^0)^{2/3}} (2 * \pi * \theta^0 - 360 * \text{sen} \theta^0)^{5/3} * S^{1/2}$	Ecuación (3.14) del caudal
$\frac{v}{V} = \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right)^{2/3}$	Ecuación (3.15) relación de la velocidad.
$\frac{r}{R} = 1 - \frac{\text{sen} \theta}{\theta}$	Ecuación (3.16) relación del radio.
$\frac{v}{V} = \left(\frac{r}{R}\right)^{2/3}$	Ecuación (3.17) relación de la velocidad y radio.
$\frac{q}{Q} = \left(\frac{a}{A}\right) \times \left(\frac{v}{V}\right)$ $\frac{q}{Q} = \left(\frac{\theta^0}{360^0} - \frac{\text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right) \left(1 - \frac{360 * \text{sen} \theta^0}{2 * \pi * \theta^0}\right)^{2/3}$	Ecuación (3.18) y (3.19) relación del caudal.
PS=Números de viviendas x 6 habitantes/ viviendas	Ecuación (3.25) estimación de población
Pf = Pac [1 + %] <sup>n</sup>	Ecuación (3.26) Proyección de población.
0.2 (Vm) <sup>2</sup> /2g	Ecuación (3.27) perdida de carga
<b>Ecuaciones utilizadas en el cálculos topográficos:</b>	
<b>Elev.de corona de salida</b> = Elev.del terreno menos el recubrimiento mínimo.	Ecuación (3.20)
<b>Elev. De corona del siguiente punto</b> =Elev.de corona del punto anterior menos (la longitud por la pendiente).	Ecuación (3.21)
<b>Elev.delinver de sal</b> =Elev.de corona de salida menos el diámetro de tubería	Ecuación (3.22)
<b>Volumen de exc. en pozo</b> = Área del pozo por la profundidad	Ecuación (3.23)
<b>Volumen de exc. de tubería</b> = Área de la tubería por la profundidad.	Ecuación (3.24)

Fuente: propia



## ANEXOS B. Cuadro de valores de la curva de manning.

q/Q	Vd/Vtll	d/D	rh/RH	q/Q	Vd/Vtll	d/D	rh/RH	q/Q	Vd/Vtll	d/D	rh/RH
0.00	0	0	0	0.33	0.897	0.395	0.85	0.67	1.072	0.599	1.11
0.01	0.326	0.072	0.186	0.34	0.904	0.402	0.86	0.68	1.075	0.605	1.115
0.02	0.398	0.099	0.251	0.35	0.911	0.408	0.87	0.69	1.079	0.611	1.12
0.03	0.448	0.119	0.3	0.36	0.918	0.415	0.88	0.70	1.082	0.616	1.125
0.04	0.448	0.137	0.341	0.37	0.925	0.421	0.89	0.71	1.085	0.622	1.131
0.05	0.522	0.152	0.377	0.38	0.932	0.428	0.9	0.72	1.088	0.628	1.135
0.06	0.551	0.167	0.409	0.39	0.938	0.434	0.908	0.73	1.092	0.634	1.14
0.07	0.576	0.179	0.437	0.40	0.944	0.44	0.918	0.74	1.095	0.64	1.145
0.08	0.599	0.191	0.464	0.41	0.95	0.446	0.927	0.75	1.097	0.646	1.15
0.09	0.62	0.203	0.485	0.42	0.956	0.452	0.935	0.76	1.1	0.652	1.154
0.10	0.641	0.215	0.513	0.43	0.962	0.458	0.943	0.77	1.103	0.658	1.159
0.11	0.658	0.224	0.533	0.44	0.968	0.464	0.952	0.78	1.106	0.664	1.163
0.12	0.675	0.234	0.555	0.45	0.974	0.47	0.961	0.79	1.108	0.67	1.167
0.13	0.69	0.244	0.573	0.46	0.979	0.476	0.969	0.80	1.111	0.677	1.171
0.14	0.705	0.253	0.592	0.47	0.985	0.482	0.977	0.81	1.113	0.683	1.175
0.15	0.72	0.252	0.611	0.48	0.99	0.488	0.985	0.82	1.116	0.689	1.179
0.16	0.733	0.271	0.627	0.49	0.995	0.494	0.992	0.83	1.118	0.695	1.182
0.17	0.746	0.279	0.644	0.50	1	0.5	1	0.84	1.12	0.702	1.186
0.18	0.757	0.287	0.669	0.51	1.005	0.506	1.007	0.85	1.123	0.708	1.189
0.19	0.77	0.295	0.675	0.52	1.01	0.512	1.015	0.86	1.125	0.715	1.193
0.20	0.781	0.303	0.69	0.53	1.015	0.518	1.022	0.87	1.126	0.721	1.196
0.21	0.792	0.311	0.704	0.54	1.019	0.523	1.029	0.88	1.128	0.728	1.199
0.22	0.802	0.319	0.718	0.55	1.024	0.529	1.036	0.89	1.13	0.735	1.201
0.23	0.813	0.326	0.732	0.56	1.028	0.535	1.043	0.90	1.132	0.742	1.204
0.24	0.822	0.334	0.745	0.57	1.033	0.541	1.049	0.91	1.133	0.749	1.206
0.25	0.831	0.341	0.758	0.58	1.037	0.547	1.056	0.92	1.135	0.756	1.209
0.26	0.84	0.348	0.77	0.59	1.041	0.552	1.062	0.93	1.136	0.763	1.211
0.27	0.849	0.355	0.783	0.60	1.045	0.558	1.068	0.94	1.137	0.771	1.212
0.28	0.858	0.362	0.794	0.61	1.049	0.564	1.075	0.95	1.138	0.778	1.214
0.29	0.866	0.369	0.806	0.62	1.053	0.57	1.081	0.96	1.139	0.786	1.215
0.30	0.874	0.376	0.817	0.63	1.057	0.576	1.087	0.97	1.139	0.794	1.216
0.31	0.882	0.382	0.828	0.64	1.061	0.581	1.093	0.98	1.14	0.802	1.217
0.32	0.89	0.389	0.839	0.65	1.065	0.587	1.098	0.99	1.14	0.811	1.217
				0.66	1.068	0.593	1.104				

Fuente: propia



**ANEXO C<sup>1</sup>. Imágenes de las condiciones actuales de la 3ra etapa, del barrio Nueva Vida.**



**Fuente: propia**



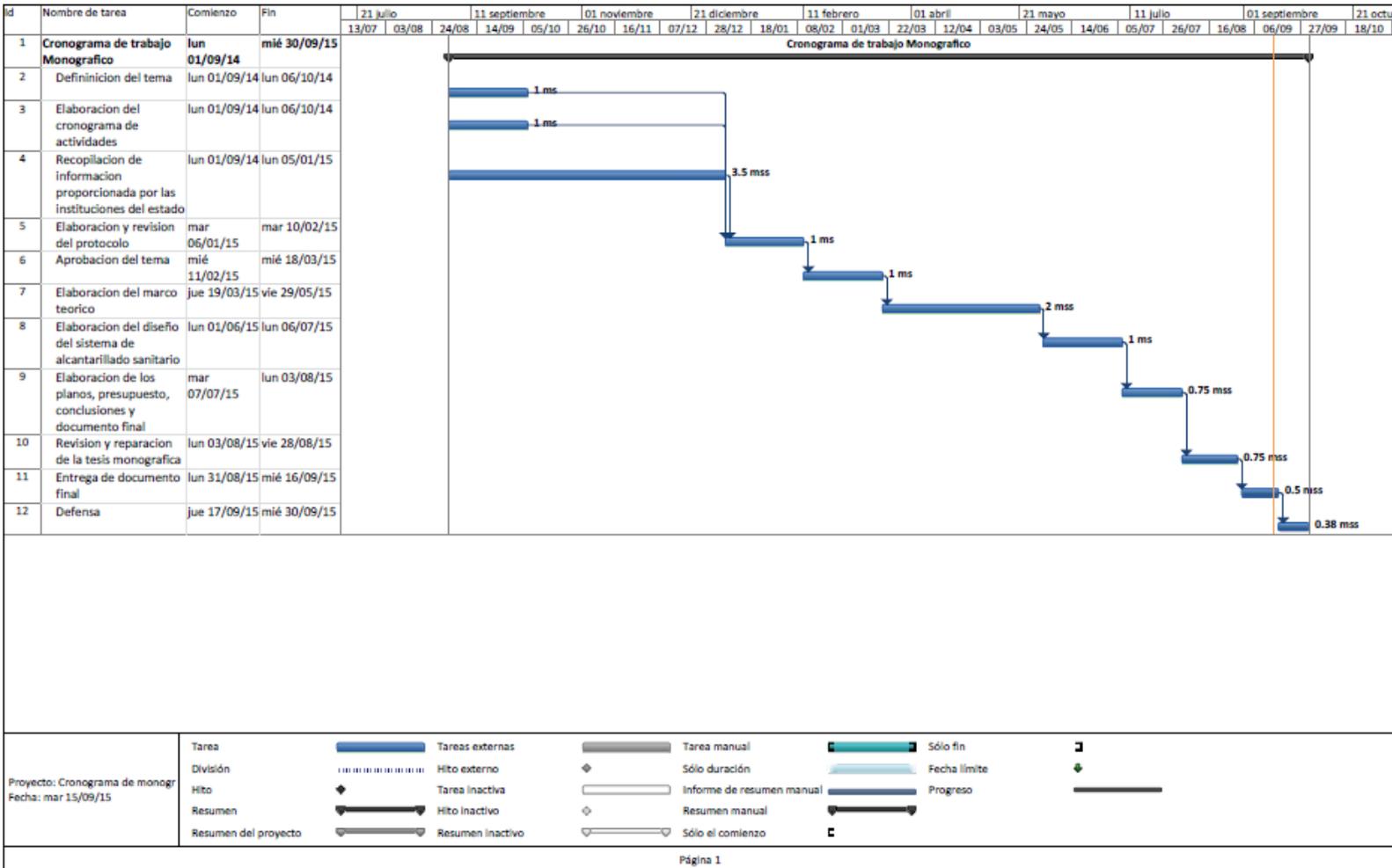
**ANEXO C<sup>2</sup>. Imágenes de las condiciones actuales de la 3ra etapa, del barrio Nueva Vida.**



**Fuente: propia.**



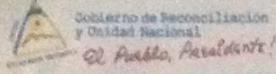
## ANEXO D. Cuadro de actividades.



Fuente: propia



## ANEXO E. Comprobante de Aprobacion del tema y solicitud de informacion.

 Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional  
*El Pueblo, Prevalece!*

 NICARAGUA 2014  
HACIENDO PATRIA!



ALCALDIA MUNICIPAL DE CIUDAD SANDINO  
Dirección Planificación y Desarrollo

26 de Noviembre de 2014

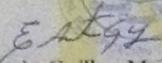
Dr. Víctor Tirado Picado  
Director Departamento de Construcción  
Sus manos

Reciba de mi parte un cordial saludo

Mediante la Presente se le da respuesta positiva a la solicitud enviada a esta Institución, en brindarle toda información que corresponda y necesiten sus alumnos con lo que respecta al diseño de alcantarillado Sanitario III etapa del barrio Nueva Vida Municipio de Ciudad Sandino - Oeste camino de Valle Santa Rosa.

Sin más a que hacer mención, saludos.

Atentamente,

  
Ing. Ervin Guillen Molina  
Dir. Planificación y Desarrollo  
Alcaldía de Ciudad Sandino  
Tel: 2269-6479, Ext. 115

 FAMILIA Y  
COMUNIDAD  
EN  
VICTORIAS!

**CRISTIANA, SOCIALISTA, SOLIDARIA!**  
Alcaldía Municipal de Ciudad Sandino  
Costado Este Mercado Municipal Augusto C. Sandino



## **ANEXO F. Glosario de términos.**

**Diseño de sitio:** Es el plano de ingeniería en el cual se indica toda la infraestructura interrelacionada con una obra a desarrollar, se hace a una escala donde se muestren todas las obras a construir y existentes con los retiros a colindancias y cuerpos de agua.

**Agua residual:** Es el residuo líquido transportado por una alcantarilla, el cual puede incluir descargas domésticas industriales, así como también aguas lluvias, infiltraciones y flujos de entrada. Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido degradada por la incorporación de agentes contaminantes.

**Agente contaminante:** Toda aquella sustancia cuya incorporación a un cuerpo de agua conlleve el deterioro de la calidad física, química o biológica de este.

**Aguas residuales:** Son las aguas de uso doméstico como las del baño, del lavado de trasto, de ropa, etc.

**Agua residual de tipo especial:** Agua residual de tipo diferente al ordinario.

**Agua residual de tipo ordinario:** Agua residual generada por las actividades domésticas del ser humano (uso de inodoros, duchas, lavatorios, fregaderos, lavado de ropa, etc.)

**Agua residual doméstico o sanitaria:** Es aquella que se origina en los dispositivos sanitarios de instalaciones residenciales, comerciales, industriales e institucionales.

**Aguas negras:** Son las aguas provenientes del servicio sanitario.

**Alcantarilla:** Es una tuberilla o conducto, en general cerrado, que normalmente fluye a medio llenar, transportando aguas residuales.

**Alcantarilla combinada:** Transporta tanto aguas residuales como aguas lluvias.



**Alcantarilla sanitaria:** Transporta aguas residuales sanitarias y es diseñada para excluir aguas lluvias, infiltración y flujo de entrada.

**Alcantarillado condominial.** Alcantarillado en el cual el diámetro de las tuberías es igual o mayor que 4", requiere de excavaciones menos profundas y un menor número de buzones que el alcantarillado simplificado, aunque un mayor número de cajas de inspección. El nivel de participación del usuario en la operación y mantenimiento del sistema es mayor que en los sistemas convencionales y simplificados y su costo de instalación es menor.

**Alcantarillado convencional.** Recolección de las aguas residuales a través de una red de tuberías, consta de una red de tuberías que requieren profundas excavaciones para su instalación y de buzones ubicados cada cambio de dirección, cambio de desnivel, cruce de tuberías o cada 100 m como máximo. La participación del usuario en el mantenimiento del sistema es mínima o nula.

**Alcantarillado simplificado.** Alcantarillado que difiere del sistema convencional, en la simplificación y minimización del uso de materiales y criterios constructivos. Requieren de excavaciones menos profundas y de un menor número de buzones que el alcantarillado convencional, además de emplear cajas de inspección o de limpieza. La participación del usuario en el mantenimiento del sistema es mínima o nula. El costo de construcción de este sistema es menor que el del alcantarillado convencional.

**Contaminación:** Es un término general que significa la introducción al agua de microorganismos, que hacen el agua impropia al consumo humano, generalmente se considera que implica la presencia o posible presencia de bacterias patógenas.

**Consumo:** Cantidad de agua signada a una persona por unidad de tiempo.

**Caudal mínimo horario:** Es la mínima cantidad de agua que será requerida en una determinada hora del día.

**Caudal medio diario:** Es la cantidad de agua que requiere una población en un día.



**Caudal de infiltración:** 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.

**Consumo máximo diario:** Es la cantidad máxima de agua asignado en un día para un habitante.

**Coefficiente de rugosidad:** Coeficiente de aspereza o escabrosidad.

**Densidad poblacional:** Es el número de habitantes por unidad de superficie hab/Ha.

**Método geométrico:** Se considera cuando las ciudades crecen en proporción del presente método.

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

**Población inicial:** 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 final:** Es la población que va a contribuir para el sistema de alcantarillado, al final del período del proyecto.

**Área tributaria:** Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado del sistema de aguas lluvias o pluvial.

**Tramo:** Colector comprendido entre dos estructuras de conexión.

**Red:** Es la distribución de acueductos y alcantarillas en base a un diseño.

**Conexiones domiciliarias:** Son pequeñas cámaras, de hormigón, ladrillo o plástico que conectan el alcantarillado privado, interior a la propiedad, con el público, en las vías.



**Colector principal ó matriz:** Conducto cerrado circular, semicircular, rectangular, entre otros, sin conexiones domiciliarias directas que recibe los caudales de los tramos secundarios, siguiendo líneas directas de evacuación de un determinado sector.

**Colectores principales:** Son tuberías de gran diámetro, situadas generalmente en las partes más bajas de las ciudades, y transportan las aguas servidas hasta su destino final.

**Colectores secundarios:** Son las tuberías que recogen las aguas de los terciarios y los conducen a los colectores principales. Se sitúan enterradas, en las vías públicas.

**Colectores terciarios:** Son tuberías de pequeño diámetro (150 a 250 mm de diámetro interno, que pueden estar colocados debajo de las veredas, a los cuales se conectan las acometidas domiciliarias

**Caja de inspección domiciliaria:** Cámara localizada en la parte final de la red pública de alcantarillado que recoge las aguas residuales, lluvias o combinadas provenientes de un inmueble.

**Pozo de visita:** También llamados pozos de inspección, están situados en los puntos en donde la tubería cambia de dirección o diámetro, cambio dependiente, origen de tramo (cabeceras).

**Cota invert:** La parte más baja de un colector, en donde entran una o varias tuberías y solo una de ellas es de seguimiento.

**Pendiente:** Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente haciendo uso de la fuerza de gravedad, la cual en alcantarillados cumple con especificaciones establecidas.

**Relaciones Hidráulicas:** Relación que existe entre cada uno de los parámetros de diseño a sección llena y los parámetros de diseño a sección parcialmente llena, las cuales deben cumplir con ciertas condiciones para que las tuberías no trabajen a sección llena.

**Vida útil:** Es el periodo de tiempo que las estructuras realizan su función en un 100%.

**Disposición final:** Es el punto de descarga final del agua que ha sido tratada anteriormente



## **ANEXO G .Acrónimos.**

**UNAN-Managua:** (Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Managua)

**INAA:**(Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario)

**ENACAL:**(Empresa Nicaraguense de Acueducto y Alcantarillado)

**GPS:** (Global Positioning System)

**WAAS:**(Wide Area Augmentation Systemes):Sistema de Aumentación Basado en Satélites desarrollado por Estados Unidos.

**CNA:** Comisión nacional de agua.

**PVC:** (Policloruro de vinilo)

**SDR:** (Software defined radio)

**QMH:**(Caudal Máxima horario)

**Qmed:** (Caudal medio)

**Qmin:**(Caudal mínimo)

**Qd:** (Caudal de diseño)

**Qi:** (Caudal de infiltración)

**Qc:**(Caudal comercial)

**Qind:** (Caudal industrial)

**Qins:**(Caudal Institucional)

**Rh:** (radio hidráulico)

**Pf:**(Población futura)

**Pac:**(Población actual)



**ANEXOS H. Planos constructivos del diseño de sistema propuesto del alcantarillado sanitario de la tercera etapa del barrio nueva vida del municipio de ciudad sandino.**