

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CORREGIMIENTO

EL JABO – VALLEDUPAR, CESAR

ANDREA CAROLINA CARO GALIANO

ISMAEL DAVID CARO GALIANO

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2023



DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CORREGIMIENTO

EL JABO – CESAR

ANDREA CAROLINA CARO GALIANO

ISMAEL DAVID CARO GALIANO

Director:

JAVIER OROZCO OSPINO

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS

PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2023

DEDICATORIA

Dedico de manera especial el presente proyecto, principalmente a DIOS por brindarme la sabiduría y fortaleza para luchar cada día por alcanzar mis metas.

A mis padres, por ser mi ejemplo diario de lucha y trabajo, ya que son mi pilar fundamental y apoyo en mi formación académica, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y empeño y todo ello de una manera desinteresada y llena de mucho amor.

A mis hermanos que han sido mi ejemplo y lucha para alcanzar mis metas.

A todas esas personas maravillosas que con su apoyo me han ayudado en el transcurso de mi carrera y así culminar con éxito esta etapa de mi vida.



AGRADECIMIENTOS

Primeramente a DIOS por mostrarme el camino y llevarme por la dirección correcta, permitiéndome llegar hasta donde he llegado.

A todas las personas que hicieron parte de este proceso, los profesores de la Universidad Popular Del Cesar, quienes fueron de gran ayuda durante mi etapa universitaria.

A mi familia por estar siempre presente, apoyándome y guiándome.

A mi director por su paciencia y comprensión.



RESUMEN Y ABSTRACT

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CORREGIMIENTO
EL JABO - CESAR**

Este proyecto trata del diseño de una red de alcantarillado del corregimiento El Jabo, ya que se vio la necesidad debido a que sus aguas residuales no son evacuadas y posteriormente tratadas. Para llevar acabo esto se hizo una estimación de las contribuciones de aguas residuales en dicho corregimiento, se determinó la ruta de recolección y evacuación de las aguas residuales con mayor viabilidad de acuerdo a los criterios técnicos y económicos y por último se realizó una evaluación de los parámetros hidráulicos en el trazado de la red de recolección de aguas servidas. Lo cual se obtuvo como resultado un diseño de un alcantarillado convencional.

Palabras clave: Agua residual; alcantarillado convencional; Sanitario; Caudal.

DESIGN OF THE SANITARY SEWAGE NETWORK OF THE CORREGIMIENTO EL JABO - CESAR.

ABSTRACT

This article deals with the design of a sewerage network for the corregimiento the Jabo since the need was seen because its wastewater is not evacuated and subsequently treated. To carry out this, an estimate of the contributions of wastewater in the corregimiento the Jabo was made, the route of collection of wastewater with greater viability was determined, according to the technical and economic criteria and finally an evaluation was carried out the hydraulic parameters in the layout of the sewage collection network in the corregimiento El Jabo. Which resulted in a conventional sewer design.

Keywords: wastewater; conventional sewage; sanitary; flow



ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

1	titulo del proyecto de invstigación	6
	diseño del sistema de alcantarillado del corregimiento el jabo - cesar.....	6
2	planteamiento y formulacion del problema	7
2.1	formulación del problema	7
3	justificacion	8
4	objetivos.....	9
4.1	objetivo general	9
4.2	objetivos específicos	9
5	marco referencial.....	10
5.1	antecedente de la investigación	10
5.1.1	internacionales.....	10
5.1.2	nacionales	10
5.1.3	regionales.....	10
5.2	marco teórico.....	11
5.2.1	sistema de alcantarillado	11
5.2.2	tipos de sistemas de alcantarillado:.....	11
5.2.3	clasificación de las tuberías.....	12
5.2.4	disposición de la red de alcantarillado.....	12
	fuelle: adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.	12
	4.2.4.2 sistema perpendicular con interceptor.....	12
	fuelle: adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.	13
	fuelle: adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.	13
	fuelle: adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.	14
	fuelle: adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.	14
5.2.5	otros elementos del alcantarillado	14
5.2.6	unión de colectores.....	14
	fuelle: adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.	15
5.2.7	normas generales de diseño para alcantarillados	15
	fuelle: adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.	16
5.3	marco conceptual	20

5.4	marco contextual	20
5.5	marco legal.....	23
6	marco metodológico	24
6.1	tipo de investigación	24
6.2	población.....	24
6.3	muestra	24
6.4	desarrollo metodológico.....	24
6.4.1	etapa i: estimación de las contribuciones de aguas residuales en el corregimiento el jabo. 24	
6.4.2	etapa ii: determinar la ruta de recolección de las aguas residuales con mayor viabilidad, de acuerdo con los criterios técnicos y económicos.....	24
6.4.3	etapa iii: evaluar los parámetros hidráulicos en el trazado de la red de recolección de aguas servidas en el corregimiento el jabo.....	25
7	resultados y analisis	25
7.1.1	estimación de las contribuciones de aguas residuales en el corregimiento el jabo.....	25
7.1.2	determinar la ruta de recolección de las aguas residuales con mayor viabilidad, de acuerdo a los criterios técnicos y económicos.	32
7.1.3	evaluar los parámetros hidráulicos en el trazado de la red de recolección de aguas servidas en el corregimiento el jabo.....	42
8	conclusiones.....	48
9	recomendaciones.....	48
10	referencias bibliográficas	49
11	anexos	59



LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas -----	17
Tabla 2: Contribución de aguas residuales industriales para industrias pequeñas-----	18
Tabla 3: Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales -----	19
tabla 4: metodo de proyeccion aritmetico-----	25
tabla 5: metodo de proyeccion geometrico -----	26
tabla 6: resumen de proyeccion de poblacion -----	27
Tabla 7: Datos de la población -----	28
Tabla 8: Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida -----	28
Tabla 9: Coeficiente de retorno-----	29
Tabla 10: Contribución de aguas residuales industriales para industrias pequeñas-----	29
Tabla 11: Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales -----	30
Tabla 12: Máximo factor de mayoración de acuerdo con la población servida-----	31
Tabla 13: Profundidad mínima de instalación de tuberías de alcantarillado -----	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de un alcantarillado perpendicular sin interceptor	¡Error! Marcador no definido.
Figura 2 Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3 Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor y aliviadero	¡Error! Marcador no definido.
Figura 4 Esquema de un alcantarillado en abanico	¡Error! Marcador no definido.
Figura 5: Esquema de un alcantarillado en bayoneta.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6: Posibles formas de unión en la cañuela del pozo de inspección	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7: Convenciones del trazado de tuberías.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 8: Ubicación de El Jabo en el municipio de Valledupar.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 9Diseño por cota	¡Error! Marcador no definido.
Figura 10: Especificaciones de tipo de rasante	¡Error! Marcador no definido.
Figura 11: Diseño del alcantarillado sanitario 1.....	50
Figura 12: Diseño del alcantarillado sanitario 2.....	50
Figura 13: Perfil hidráulico	51
Figura 14: Diseño y revisión de cimentación de tuberías PVC.....	52
Figura 15: Cantidad de obra.....	55
Figura 16: Cantidad de obra por tramo	56
figura 17: Cantidad de obra total.....	57
Figura 18: Cantidad de tubería.....	58

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: vista aérea del corregimiento el Jabo	59
Anexo 2: Disposición inadecuada del agua residual	61
Anexo 3: Institución educativa del corregimiento el Jabo (Escuela Nueva de el Jabo)	61
Anexo 4: Vías del corregimiento el Jabo	63
Anexo 5: Inspección visual del área	64
Anexo 6: Perfil I alcantarillado el jabo	66
Anexo 7: Perfil II alcantarillado el Jabo	67
Anexo 8: Perfil III alcantarillado el Jabo	68
Anexo 9: Perfil IV alcantarillado el Jabo.....	69
Anexo 10: Plano del corregimiento el Jabo.....	72



INTRODUCCIÓN

Un sistema de alcantarillado es un conjunto de conductos subterráneos y obras complementarias necesarias para recibir, conducir y evacuar las aguas residuales y los escurrimientos superficiales producidos por las lluvias. (SIAPA, 2017)

Desde hace tiempo la sociedad ha venido mostrando preocupación y está tratando de resolver los problemas relacionados con la disposición final de los efluentes líquidos provenientes del uso doméstico, comercial e industrial.

La primera prioridad que demanda una comunidad es el suministro del agua, con calidad adecuada y cantidad suficiente. Ya logrado este objetivo, surge otro no menos importante que consiste en la adecuada eliminación de las aguas ya utilizadas que se convierten en potenciales vehículos de muchas enfermedades y cambios al medio ambiente.

Las aguas residuales generadas en el corregimiento de El Jabo, no son evacuadas y por lo tanto tampoco son tratadas. El principal aporte académico y técnico de este trabajo de grado, es entregar el diseño de la red de alcantarillado sanitario del corregimiento del Jabo, con el objetivo de evacuar de manera técnica y segura las aguas residuales de dicha población.



1 TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO DEL CORREGIMIENTO EL JABO- VALLEDUPAR, CESAR

Diseñar el sistema de alcantarillado del corregimiento el Jabo, jurisdicción del municipio de Valledupar – Cesar, usando todos los parámetros de diseño establecidos en el RAS título D Y la resolución 0330 del 2017.



2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

Las aguas residuales a lo largo de la historia han sido un problema extraordinario para el hombre en las distintas sociedades. El problema de las aguas residuales va más allá de su producción, dado que toda actividad humana genera residuos líquidos de manera directa o indirecta, el problema radica en la carencia de sistemas de recolección y posterior tratamiento de estas aguas residuales. En Colombia, el panorama con respecto a la producción, recolección y tratamiento de estas aguas es deficiente. “Por eso sorprende que en Colombia el acueducto no llegue aún a todos los hogares. Según cifras del DANE, su cobertura es de 92,3 %, mientras la de alcantarillado es de 88,2 %, es decir, hay más de 3,6 millones de personas sin acceso al primero y otros 5,6 millones que no cuentan con el segundo. El escenario es peor en las zonas rurales, donde ninguno de los dos servicios supera el 75 % de cobertura (Delgado, 2018). Esta situación actual de cobertura en cuanto a sistemas de recolección de aguas residuales, pone en amenaza los recursos hídricos del país, la salud e integridad de quienes no tienen acceso al servicio de alcantarillado y planta de tratamiento de aguas residuales. Esta problemática agudiza aún más la escasez de agua potable y atenta contra la conservación de los recursos hídricos del país, así como el aumento de la brecha en cuanto a la política de adaptación al cambio climático y la reducción de los impactos.

El corregimiento de El Jabo, ubicado en el municipio de Valledupar, no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario. Es un corregimiento de población rural, que hace parte de más del 25% de no cobertura de alcantarillado a nivel nacional. Esta situación ha provocado, a lo largo del tiempo, focos de contaminación, deterioro de fuentes hídricas y afectaciones en la salud de sus habitantes. En este sentido, las acciones deben de ser contundentes para mitigar los impactos de las aguas residuales en la población, siendo deber del estado, velar por la preservación de los recursos naturales, así como la salud e integridad de las personas.

No obstante, en los últimos años se realizaron importantes inversiones en el sector de agua potable y saneamiento básico (construcción, ampliación, optimización y rehabilitación) por un monto cercano a 8,1 billones, para la ejecución de más de dos mil (2000) proyectos en el país. Esto como parte del compromiso del país como miembro de la OCDE y en cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible fomentados por la ONU, con una meta ambiciosa de tener un 100% de cobertura nacional en saneamiento básico para el año 2030. En este sentido es necesario aunar esfuerzos en pro de mitigar los impactos negativos que genera la carencia de sistemas de recolección de aguas negras en cabeceras municipales y rurales del país, si se desea disminuir los índices de mortalidad por consumo de agua contaminada a nivel nacional y mundial, así como mejorar en términos de salubridad y disminuir los focos de contaminación. Como primer aporte a esta problemática, es necesario diseñar la red de alcantarillado de El Jabo.

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar la red de alcantarillado sanitario más económica y eficiente para el corregimiento de El Jabo, según lo recomendado por la resolución 0330 de 2017?

3 JUSTIFICACION

En el mundo contemporáneo, cada día se hace necesario avanzar en busca de la sostenibilidad ambiental, por lo cual día a día se hace necesario crear nuevas alternativas de mitigación del cambio climático, con el fin de que los impactos sean mínimos; es el mismo instinto de adaptación del hombre, que lo obliga a crear alternativas para solucionar problemas de tipo ambiental y sanitario. Toda población, demanda recursos naturales y a su vez produce residuos que deben de ser tratados técnicamente con el fin de que estos no impacten significativamente en el ambiente.

En el caso de las aguas residuales, cuya generación es producto de alguna actividad doméstica o industrial y cuya materia prima es agua en estado natural o potable, al cumplir su ciclo de servicio se considera residual. Estas aguas deben tener un proceso de recolección mediante redes de alcantarillado que recolecten y posteriormente se evacuen hacia un sistema de tratamiento, para darle disposición final. Los alcantarillados sanitarios, juegan un papel bastante importante en términos de salud pública, ya que evitan focos de contaminación, proliferación de vectores y enfermedades; en términos ambientales, disminuyen los impactos negativos. De esta manera una red de alcantarillado nos aporta muchos beneficios, no solo en componente ambiental, sino en el componente social, ofreciéndonos una solución al manejo de las aguas residuales. Se ha comprobado que las poblaciones que cuentan con sistemas de alcantarillado, reflejan calidad de vida y registros bajos de mortalidad por contaminación hídrica.

Por otro lado, en aras de cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible promulgados por la ONU, se hace necesario que los habitantes dentro de una comunidad tengan los servicios básicos, indispensables para cerrar la brecha de desigualdad. De esta manera se pretende crear una alternativa de diseño de un alcantarillado sanitario para el corregimiento del Jabó, con el fin de mitigar la problemática en cuanto a recolección y disposición de las aguas residuales generadas.



4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar el sistema de alcantarillado del corregimiento El Jabo – Valledupar, Cesar.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar las contribuciones de aguas servidas por este corregimiento.
- Determinar una ruta de evacuación óptima del agua recolectada para el tratamiento de las aguas residuales.
- Evaluar los parámetros hidráulicos en el trazado de la red de recolección de aguas negras.
- Proponer una alternativa para el tratamiento y disposición final de las aguas residuales.



5 MARCO REFERENCIAL

5.1 ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

5.1.1 INTERNACIONALES

SAMUEL BERRIOS BENAVIDES Y BLANCA CERVANTES, 2015; 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) NICARAGUA. 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. 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 a través de la red las aguas servidas de las viviendas, por medio de la fuerza gravitacional hasta el punto de descarga, para luego ser conducido a través de la red existente a la planta de tratamiento ubicada en la parte norte de Ciudad Sandino.

5.1.2 NACIONALES

CORDOBA, 2013; DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO CENTRO POBLADO PASOANCHO SITUADO EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ. El sistema a diseñar para la población será uno convencional separado. El alcantarillado separado es un sistema que se encarga de independizar o de separar como el mismo nombre lo dice la evacuación de aguas residuales de las pluviales. El proyecto se enmarcó bajo la siguiente metodología: Recopilación de información sobre la población; Climatología; Topográfica de la zona; Descripción de los recursos hídricos; Recopilación de información para el estudio de la demanda; Obtención de las tasas de crecimiento; Proyección de la población; Obtención de las dotaciones futuras; Estimación de las pérdidas del sistema; Obtención de los coeficientes de mayor ración; Obtención del caudal máximo diario; Obtención del caudal máximo horario; Obtención del caudal de diseño; Descripción y redimensionamiento de la alternativa; Realización de los diseños de las estructuras de conducción para la red de distribución; Realización de los diseños de las estructuras de recolección para el alcantarillado sanitario y pluvial; Planteamiento de conclusiones y Planteamiento de recomendaciones. El diseño de las redes de alcantarillado sanitario y pluvial se desarrolló por el método convencional, contemplando las exigencias y parámetros trazados por el RAS-2000. Se determinaron datos como desde el nivel de complejidad del sistema a diseñar, periodos de diseño y coeficientes para cada cálculo efectuado en el diseño de la red.

5.1.3 REGIONALES

PADILLA, 2009; DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DEL CORREGIMIENTO DE LA MESA-CESAR. A partir de los parámetros planteados por el reglamento de agua potable y saneamiento básico (RAS), se determinaron datos como nivel de complejidad de la población, periodo de diseño y coeficientes propios de los cálculos realizados para el diseño de la red. El diseño de las redes

de alcantarillado se realizó por medio del método convencional, el cual contempla todas las exigencias y especificaciones dadas en la normatividad vigente. La disposición final de los residuos evacuados por las redes de alcantarillado se podrá hacer a una laguna de oxidación cercana a la población.

5.2 MARCO TEÓRICO

5.2.1 Sistema de alcantarillado

El sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir y evacuar las aguas residuales de la población y la escorrentía superficial producida por la lluvia. (Lopez , 2004).

5.2.2 Tipos de sistemas de alcantarillado:

- Sistemas Convencionales.
- Sistemas No Convencionales.
- Sistemas In Situ.

5.2.2.1 Sistemas de alcantarillado convencional

Los sistemas de alcantarillado separados son la primera opción para el diseño y construcción de sistemas de recolección de aguas residuales y lluvias en el territorio nacional. Estos sistemas son los tradicionalmente utilizados para la recolección y el transporte de las aguas residuales y las aguas lluvias desde su generación hasta las plantas de tratamiento de las mismas o hasta los sitios de vertimiento. (RAS TÍTULO D, 2016).

Los sistemas de alcantarillados convencionales se clasifican así, según el tipo de agua que conduzcan:

5.2.2.1.1 Alcantarillado separado

Un sistema de alcantarillado separado es aquel en el cual se independiza la evacuación de las aguas residuales y lluvias. Se tiene entonces:

- **Alcantarillado sanitario**

Es el sistema de recolección diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.

- **Alcantarillado pluvial**

Es el sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

5.2.2.1.2 Alcantarillado combinado

Es un alcantarillado que conduce simultáneamente las aguas residuales (domesticas e industriales) y las aguas lluvias.

5.2.2.2 Sistemas de alcantarillado no convencional

Debido a que los alcantarillados convencionales usualmente son sistemas de saneamiento costosos, especialmente para localidades con baja capacidad económica, en las últimas décadas se han propuesto sistemas de menor costo, alternativos al alcantarillado convencional de aguas residuales, basados en consideraciones de diseño adicionales y en una mejor tecnología disponible para su operación y mantenimiento. Dentro de estos sistemas alternativos están los denominados alcantarillados simplificados, los alcantarillados condominiales y los alcantarillados sin arrastre de sólidos. (RAS TÍTULO D, 2016).

5.2.2.3 Sistemas de alcantarillado In situ

Por otra parte, existen sistemas basados en la disposición in situ de las aguas residuales como son las letrinas y tanques, pozos sépticos y campos de riego, los cuales son sistemas de muy bajo costo y pueden ser apropiados en áreas suburbanas con baja densidad de población y con adecuadas características del subsuelo. (Ramirez, 2016).

5.2.3 Clasificación de las tuberías

- **Laterales o iniciales:** Reciben únicamente los desagües provenientes de los domicilios.
- **Secundarias:** Reciben el caudal de dos o más tuberías iniciales.
- **Colector secundario:** Recibe el desagüe de dos o más tuberías secundarias.
- **Colector principal:** Capta el caudal de dos o más colectores secundarios.
- **Emisario final:** conduce todo el caudal de aguas residuales o lluvias a su punto de entrega, que puede ser una planta de tratamiento o un vertimiento a un cuerpo de agua, como un río, un lago o el mar.

5.2.4 Disposición de la red de alcantarillado

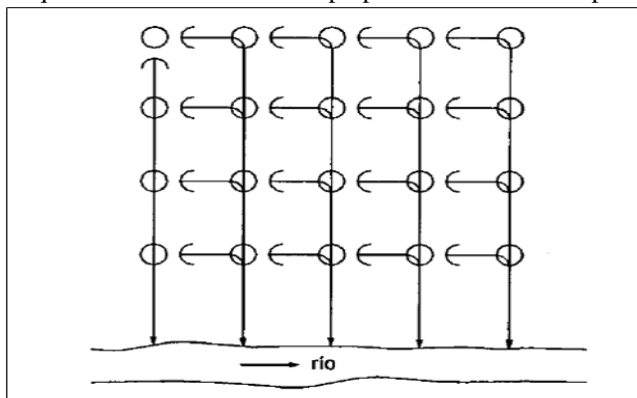
No existe una regla general para la disposición de la red del alcantarillado, ya que ésta se debe de ajustar a las condiciones físicas de cada población. (López, 2004). A continuación, se presenta algunos esquemas a usar.

5.2.4.1 Sistema perpendicular sin interceptor

Es un sistema adecuado para un alcantarillado pluvial, ya que sus aguas pueden verterse a una corriente superficial en cercanías de la población, sin que haya riesgos para la salud humana ni deterioro de la calidad del cuerpo receptor. (López, 2004).

Figura 1

Esquema de un alcantarillado perpendicular sin interceptor



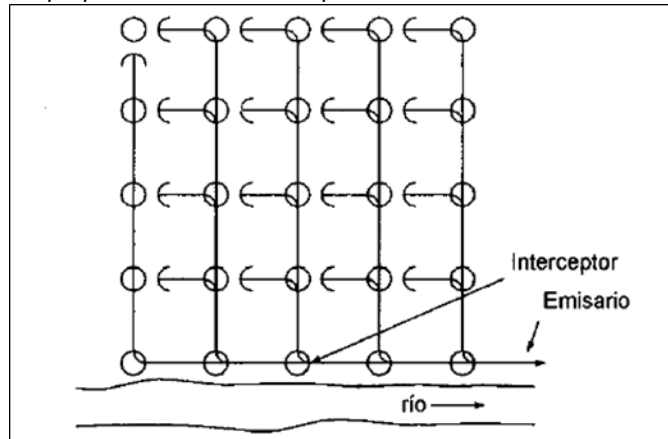
Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

4.2.4.2 sistema perpendicular con interceptor

El sistema de alcantarillado perpendicular con interceptor se utiliza para alcantarillados sanitarios. El interceptor recoge el caudal de aguas residuales de la red y lo transporta a una planta de tratamiento de aguas residuales, o vierte el caudal a la corriente superficial aguas debajo de la población para evitar riesgos a la salud humana. (López, 2004).

Figura 2

Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor



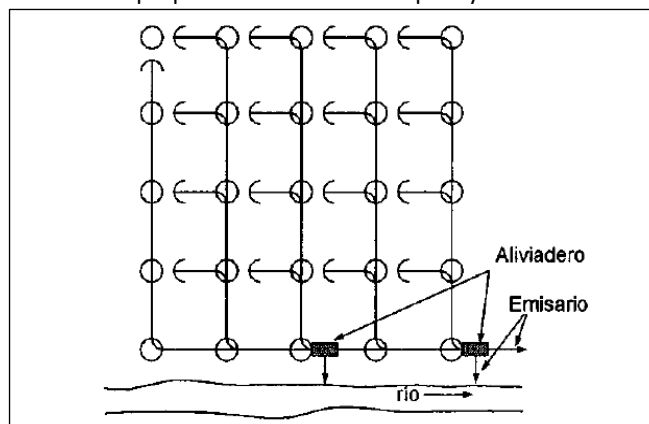
Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

5.2.4.2 Sistema perpendicular con interceptor y aliviadero

Este sistema de alcantarillado perpendicular con interceptor y aliviadero, es adecuado para alcantarillados combinados, ya que el aliviadero permitirá reducir la carga hidráulica pico, producida en el caso de una precipitación, que llegaría a la planta de tratamiento de aguas residuales. El caudal excedente de la precipitación es vertido por medio del aliviadero a la corriente superficial en cercanía de la población sin riesgo para la salud humana, debido a la dilución del caudal de aguas residuales (el caudal de aguas residuales en un alcantarillado combinado es del orden del 3% del caudal total). (López, 2004).

Figura 3

Esquema de un alcantarillado perpendicular con interceptor y aliviadero

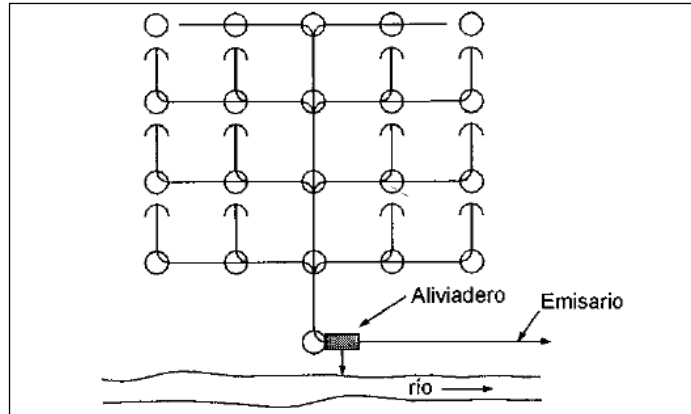


Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

5.2.4.3 Sistema en abanico

Dada unas condiciones topográficas especiales, puede adoptarse el esquema en abanico con interceptor, sin interceptor o con aliviadero, de acuerdo con el tipo de alcantarillado. (López, 2004).

Figura 4
Esquema de un alcantarillado en abanico



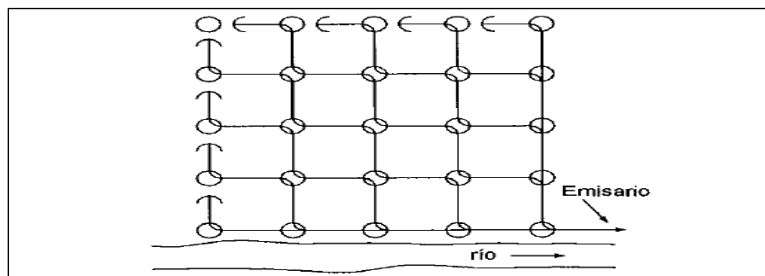
Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

5.2.4.4 Sistema en bayoneta

El sistema de alcantarillado en bayoneta es apropiado para alcantarillados sanitarios en donde existan terrenos muy planos y velocidades muy bajas. (López, 2004).

Figura 5

Esquema de un alcantarillado en bayoneta



Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

5.2.5 Otros elementos del alcantarillado

La red del alcantarillado, además de los colectores o tuberías, está constituida por otras estructuras hidráulicas diseñadas para permitir el correcto funcionamiento del sistema. (López, 2004). Entre otras, se pueden mencionar las siguientes:

- Pozos de inspección
- Cámaras de caída
- Aliviaderos frontales o laterales
- Sifones invertidos
- Sumideros y rejillas
- Conexiones domiciliarias

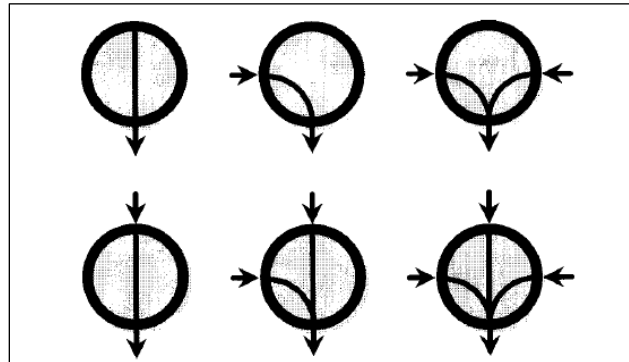
5.2.6 Unión de colectores

La unión de tramos de la red del alcantarillado se realiza mediante estructuras denominadas pozos de unión o inspección, que permiten el cambio de dirección en el alineamiento horizontal o vertical, el cambio de diámetro o sección, y las labores de inspección, limpieza y mantenimiento general del sistema. (López, 2004).

La distancia máxima permitida entre pozos depende del tipo de maquinaria utilizada para el mantenimiento del alcantarillado. Si el mantenimiento es manual, la distancia máxima, se limita a 100 m o 120 m, mientras que, si el mantenimiento se realiza por medio mecánico o hidráulicas, la distancia máxima permitida es del orden de 200 m.

Figura 6

Posibles formas de unión en la cañuela del pozo de inspección



Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

5.2.7 Normas generales de diseño para alcantarillados

Las normas que se describen a continuación se aplican a todo alcantarillado sanitario, pluvial o combinado, de tipo convencional.

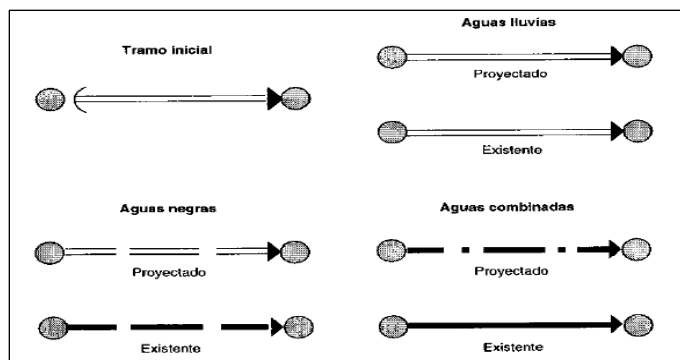
5.2.7.1 Localización de tuberías

El trazado de la red de colectores debe seguir la disposición topográfica de las calles del municipio. En algunos casos se permite que puedan trazarse por los andenes, especialmente en los alcantarillados de pequeñas agrupaciones de vivienda (alcantarillados condominiales). (López, 2004).

- Se debe de dar prioridad a la protección del sistema de acueducto en razón del riesgo de contaminación del agua potable con el agua residual. Las tuberías del alcantarillado sanitario y del acueducto deberán estar localizadas en costados opuestos de la calzada.
- La cota clave de cualquier sistema de alcantarillado debe estar por debajo de la cota de batea de la tubería del acueducto, cumpliéndose con las distancias verticales y horizontales mínimas que en términos generales son de 0,3 m y de 1,0 m, respectivamente.
- La profundidad de las tuberías de la red del alcantarillado debe ser tal que permita el desagüe por gravedad de las conexiones domiciliarias. Se deben evaluar las interferencias con otras tuberías de servicios públicos que, en determinados casos, limitan la pendiente de la red de alcantarillado.

Figura 7

Convenciones del trazado de tuberías



Fuente: Adaptado a partir elementos de diseño de acueducto y alcantarillado, 2004.

La escala mínima del levantamiento topográfico para alcantarillados sanitarios es de 1:2.000 y las curvas de nivel cada metro, requiriéndose en poblaciones planas curvas de nivel cada 0,5 m o menos. En alcantarillados pluviales, la escala del levantamiento topográfico puede ser menor, dependiendo de la extensión del área de drenaje (por ejemplo, 1:5.000). (López, 2004). Para la elaboración de los planos correspondientes al diseño de la red del alcantarillado (planta y perfil), se emplean por lo general las siguientes convenciones:

5.2.7.2 Periodo de diseño

El periodo de diseño de las redes de tuberías de los alcantarillados sanitarios y pluviales oscila entre 15 y 25 años, dependiendo del tamaño de la población y su capacidad económica. Algunas estructuras del sistema pueden tener periodos de diseño mayores, como por ejemplo los colectores principales y emisarios finales, que deben diseñarse para un periodo mínimo de 25 años y los canales de aguas lluvias, que pueden diseñarse hasta para periodos de cien años. (López, 2004).

5.2.7.3 Contribuciones de aguas residuales

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016). Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos o patrones de consumo, mediciones periódicas y evaluaciones regulares. Para su estimación en el diseño de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

5.2.7.3.1 Caudal de aguas residuales domesticas (QD)

Con el fin de llevar a cabo el cálculo del caudal de diseño de aguas residuales domésticas para cada uno de los tramos que conforman la red de alcantarillados de aguas residuales, la demanda de agua potable es vital para calcular dicho caudal de diseño, a través de un coeficiente de retorno. La demanda de agua potable se puede calcular siguiendo una de las tres siguientes metodologías: la proyección de la demanda de agua potable en el sector objeto del diseño; la proyección de los suscriptores en el área objeto del diseño y; en último caso, la proyección de la población en el área objeto del diseño teniendo en cuenta las densidades de saturación. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016).

En caso de que se cuente con la proyección de la demanda de agua potable, dentro de las estadísticas de la persona prestadora del servicio público de acueducto del municipio, el caudal de diseño de aguas residuales domésticas se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$QD = CR \times DNETA \times A$$

Donde:

QD= Caudal de aguas residuales domesticas (L/s)

CR= Coeficiente de retorno (adimensional)

DNETA= Demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s. ha)

A= Área tributaria de drenaje

En caso de que la proyección de la demanda de agua potable se haya hecho haciendo uso de la proyección de los suscriptores del servicio en el área objeto del proyecto del sistema de alcantarillado, el caudal de diseño de aguas residuales domésticas se calcula de acuerdo con la ecuación:

$$QD = \frac{CR \times Ps \times DNETA}{30}$$

Donde:

QD= Caudal de aguas residuales domesticas (L/s)

CR= Coeficiente de retorno (adimensional)

Ps= Número de suscriptores proyectados al período de diseño (suscriptores)

DNETA= Demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s. ha)

Como última opción, en caso de que no existan proyecciones de demanda de agua o proyecciones de suscriptores, el cálculo de caudal de diseño de aguas residuales domésticas se hace utilizando la proyección de población en la zona objeto del diseño. En caso de que se opte por esta última metodología, se debe utilizar la ecuación:

$$QD = \frac{CR \times P \times DNETA}{86400}$$

Donde:

QD= Caudal de aguas residuales domesticas (L/s)

CR= Coeficiente de retorno (adimensional)

P= Número de habitantes proyectados al período de diseño (hab)

DNETA= Demanda neta de agua potable por unidad de área tributaria (L/s. ha)

Tabla 1.

Coeficiente de retorno de aguas residuales domésticas

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,80
Medio alto y Alto	0,85

Fuente: RAS, 2016

5.2.7.3.2 Caudal de aguas residuales industriales (QI)

El consumo de agua industrial varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la industria y los aportes de aguas residuales varían con el grado de recirculación de aguas, los procesos de pretratamiento y tratamiento. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por las industrias, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesadas en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. En consecuencia, los aportes de aguas residuales industriales QI deben ser determinados para cada caso en particular, con base en información de censos, encuestas y consumos industriales, estimativos de ampliaciones y consumos futuros, a lo cual se suma la información de lo establecido en la Resolución 0075 de 2011, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y

Desarrollo Territorial, o la norma que la modifique o sustituya. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016).

Tabla 2.

Contribución de aguas residuales industriales para industrias pequeñas

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (L/s.ha ind)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio Alto	0,8
Alto	1,0

Fuente: RAS, 2016

5.2.7.3.3 Caudal de aguas residuales comerciales (QC)

En caso de que en la zona objeto del diseño de la red de alcantarillado de aguas residuales existan zonas netamente comerciales, el caudal de aguas residuales comerciales debe justificarse a través de un estudio detallado, ya sea de los consumos actuales, de los suscriptores comerciales, a lo cual se suma la información de lo establecido en la Resolución 0075 de 2011, expedida por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o la norma que la modifique o sustituya; ó con base en los consumos diarios por persona, número de personas en áreas comerciales y en coeficientes de retorno mayores que los de consumos domésticos, para aquellos casos en que no exista información comercial de consumos históricos. En caso de que en el área objeto del proyecto existan zonas mixtas, comerciales y residenciales, los caudales comerciales deben estimarse teniendo en cuenta la concentración comercial relativa a la concentración residencial, utilizando una contribución de caudal comercial correspondiente a 0,5 L/s por ha comercial. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por el sector comercio, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesados en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016).

5.2.7.3.4 Caudal de aguas residuales institucionales (QIN)

El consumo de agua de las diferentes instituciones varía de acuerdo con el tipo y tamaño de las mismas, dentro de las cuales pueden mencionarse escuelas, colegios y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc. En el capítulo B.2 del Título B del RAS: “*Sistemas de Acueducto*”, se establece su estimación. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por el sector institucional, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesados en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. En consecuencia, los aportes de aguas residuales institucionales QIN deben determinarse para cada caso en particular, con base en información de consumos de entidades similares registrados en la localidad. Sin embargo, para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse en 0,5 L/s por ha institucional. El QIN debe ser estimado para las condiciones iniciales, QINi, y finales, QINf, de operación del sistema, de acuerdo con los planes de desarrollo previstos. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2016).

5.2.7.3.5 Caudal de aguas residuales por conexiones erradas (QCE)

Deben considerarse los aportes de aguas lluvias al sistema de alcantarillado de aguas residuales, provenientes de malas conexiones de bajantes de tejados y patios, QCE. Estos aportes son función de la efectividad de las medidas de control sobre la calidad de las conexiones domiciliarias y de la disponibilidad de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias. La información existente en la localidad sobre conexiones erradas debe utilizarse en la estimación de los aportes correspondientes. Pueden considerarse otros métodos de estimación de conexiones erradas, tales como porcentajes del caudal medio diario de aguas residuales, con justificación por parte del diseñador. Si los aportes por conexiones erradas son notoriamente altos, para sistemas con niveles de complejidad medio alto y alto,

debe desarrollarse un proyecto de recolección y evacuación de aguas lluvias a mediano plazo (separado o combinado) y, por lo tanto, el diseño del sistema de aguas residuales debe ser consistente con tal previsión. Para sistemas con niveles de complejidad bajo y medio es necesario establecer la conveniencia de un sistema de aguas lluvias y tomar por lo menos las medidas de control para reducir el aporte de conexiones erradas. El caudal de aguas residuales debido a las conexiones erradas debe calcularse para las condiciones iniciales de operación, es decir para el momento de entrada en operación de la red de alcantarillado de aguas residuales objeto del diseño, y para las condiciones finales, correspondientes al final del período de diseño, teniendo en cuenta todo lo establecido en el plan de ordenamiento territorial del municipio. El aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0,2 L/s por ha en el caso de que en el municipio exista un sistema de alcantarillado de aguas lluvias.

5.2.7.3.6 Caudales por infiltración

Es inevitable la infiltración de aguas superficiales a las redes de sistemas de alcantarillado de aguas residuales, principalmente freáticas, a través de fisuras en las tuberías, en juntas hechas deficientemente, en la unión de tuberías con cámaras de inspección y demás estructuras, y en estos elementos cuando no son completamente impermeables. Su estimación debe hacerse en lo posible a partir de aforos en el sistema en horas cuando el aporte de agua residual es mínimo, y de consideraciones sobre la naturaleza y permeabilidad del suelo, la topografía de la zona y su drenaje, la cantidad y distribución temporal de la precipitación, la variación del nivel freático con respecto a las cotas clave de las tuberías, las dimensiones, estado y tipo de tuberías, los tipos, número y calidad constructiva de uniones y juntas, el número de cámaras de inspección y demás estructuras y, su calidad constructiva. El diseñador debe minimizar los aportes por infiltración.

Tabla 3.

Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L/s.ha)	Infiltración media (L/s.ha)	Infiltración baja (L/s.ha)
Bajo y Medio	0,3	0,2	0,1
Medio Alto y Alto	0,3	0,2	0,1

Fuente: RAS, 2016

En el caso de ampliaciones de sistemas de alcantarillado de aguas residuales existentes, la infiltración para los tramos que conforman el sistema existente puede ser mayor que lo establecido en la anterior tabla, debido a la edad de las tuberías. En estos casos, debido a que los diámetros de las tuberías ya se conocen, los caudales de infiltración se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$QINF = Ci \times d \times L$$

Donde:

QINF= Caudal por infiltración (L/día)

Ci= Coeficiente de infiltración (L/día/mm/km). 2,5 si la tubería tiene una edad inferior a los 10 años, 5,0 si la tubería tiene una edad inferior a los 25 años y 10,0 si la tubería tiene una edad mayor a 25 años.

d= Diámetro real interno de la tubería (mm)

L= Longitud de la tubería (km)

5.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Alcantarillado:** Conjunto de obras para la recolección, conducción y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Aguas residuales:** Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Área tributaria:** Superficie que drena hacia un tramo o punto determinado. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Cañuela:** Parte interior inferior de una estructura de conexión o pozo de inspección, cuya forma orienta el flujo. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Coefficiente de rugosidad:** Parámetro que representa el efecto friccional del contorno del conducto sobre el flujo y en general depende del tipo de material del conducto. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Colector principal:** 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. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Conexiones erradas:** Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas pluviales en la red de aguas sanitarias y viceversa. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Cota batea:** Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Cota clave:** Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Emisario final:** Colectores cerrados que llevan parte o la totalidad de las aguas lluvias, sanitarias o combinadas de una localidad hasta el sitio de vertimiento o a las plantas de tratamiento de aguas residuales. En caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Estructura de conexión o estructura-pozo:** Estructura construida para la unión de uno o más colectores, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema de alcantarillado, entre otros propósitos. (RAS TÍTULO D, 2016).
- **Tramos iniciales:** Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado. (RAS TÍTULO D, 2016).

5.4 MARCO CONTEXTUAL

4.4.1 Localización

El Jabo es uno de los corregimientos del municipio colombiano de Valledupar, ubicado al noroccidente y a orillas del río Cesar, en el departamento del mismo nombre. El Jabo se encuentra a 10 km de distancia de la ciudad de Valledupar.

Limita al norte con el corregimiento de Los Corazones y al noroccidente con el corregimiento de Guacoche; Al occidente con la zona rural de la ciudad de Valledupar; al sur limita con el municipio de La Paz; Al oriente limita con el departamento de La Guajira, municipio de La Jagua del Pilar.

Sus límites son:

Norte: Corregimiento los Corazones.

Sur: Municipio De La Paz.

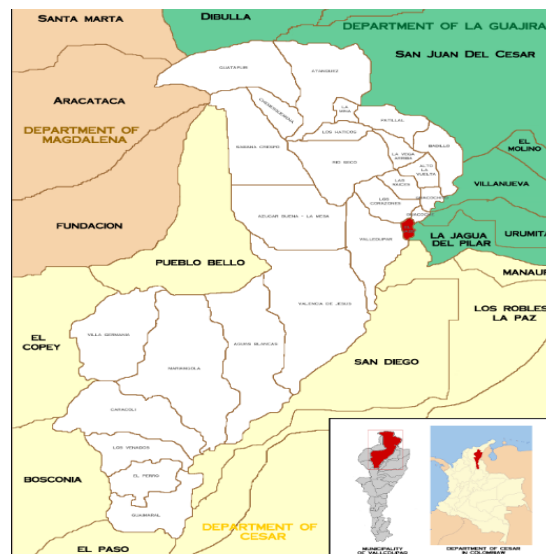
Occidente: La ciudad de Valledupar.

Oriente: Departamento de la Guajira, municipio de La Jagua Del Pilar.

Valledupar, es un municipio colombiano, capital del departamento del Cesar. El cual tiene una extensión de 4493 km², 493 342 habitantes y junto a su área metropolitana reúne 677 941 habitantes; está conformado por 25 corregimientos y 102 veredas.

Figura 8

Ubicación de El Jabo en el municipio de Valledupar



Fuente: Adaptado a partir de SIG Corpocesar, 2018

5.4.1.1 Área urbana

La ciudad de Valledupar se encuentra asentada sobre una planicie del piedemonte de la vertiente suroriental de la Sierra Nevada de Santa Marta. El casco urbano tiene una longitud norte-sur de 8,3 km y oriente-occidente de 6,2 km. La ciudad se ha desarrollado desde sus inicios hacia el occidente, el norte y el sur, siendo limitada al oriente por el río Guatapurí.

5.4.1.2 Área rural

El área rural de la ciudad de Valledupar se encuentra compuesta por veinte cuatro corregimientos (24) y ciento dos (102) veredas. El Territorio del municipio de Valledupar es regado por los ríos Cesar, Badillo, Guatapurí, Ariguaní, Cesarito, Rio Seco, Diluvio y Mariangola.

La mayoría de los corregimientos están conformados por veredas. Complementaria a la organización político-administrativa del municipio, la zona urbana es organizada por las Comunas y barrios.

La zona norte está comprendida por 5 corregimientos.

- Atánque
- Guatapurí
- Chemesquemena
- La Mina
- Los Haticos

La zona noroccidental está comprendida por 10 corregimientos y la zona rural adyacente a la ciudad de Valledupar.

- Guacoche
- Guacochito
- La Vega Arriba
- Los Corazones
- El Jabo
- Las Raíces
- El Alto de La Vuelta
- Badillo
- Patillal
- Río Seco
- Zona rural de la ciudad de Valledupar

La zona suroriental está compuesta por 2 corregimientos.

- Aguas Blancas
- Valencia de Jesús

La zona sur está compuesta por 4 corregimientos.

- Guaymaral
- Caracolí
- Los Venados
- El Perro

La zona suroccidental está compuesta por 2 corregimientos.

- Mariangola
- Villa Germania

La zona noroccidental está compuesta por 2 corregimientos.

- Sabana Crespo
- Azúcar Buena

4.4.1.3 Clima

Valledupar, dada su latitud, se encuentra en la zona de dominios tropicales, posee un clima tropical donde las características generales del clima son elevadas temperaturas y escasa oscilación térmica anual.

En cuanto a las temperaturas, según los datos acumulados desde 1969 por el IDEAM en su estación meteorológica ubicada en el aeropuerto Alfonso López, la temperatura media anual es de 28,4 °C, con mínimas y máximas de 22 °C y 34 °C respectivamente. El mes más caluroso es abril con un promedio de 30 °C y el más fresco es octubre con 26 °C.

Acueducto

La ciudad de Valledupar es pionera a nivel de la Costa Caribe Colombiana en materia de cubrimiento y calidad del servicio de agua potable. La cobertura actual del servicio es del 99.1%, el agua es tomada del río Guatapurí y es conducida hasta un sistema de dos plantas de tratamiento de agua potable de tipo convencional: “La Huaricha” y “La Gota fría” que en conjunto tratan un caudal promedio de 2200 L/s. El agua es distribuida mediante un eficiente sistema impulsado por gravedad y su característica principal es la calidad, que en Colombia solo está a la altura de la distribuida en ciudades

como Bogotá, Medellín y Bucaramanga en las cuales no es necesario someter el agua domiciliaria a otros procesos como ebullición u ozonificación.

Alcantarillado

Valledupar posee una cobertura en alcantarillado del 98.3% cifra relativamente alta dentro del contexto colombiano. El agua residual domiciliaria es conducida mediante tuberías subterráneas hasta dos sistemas de tratamiento de aguas residuales, la primera de ellas Llamada "Tarullal", está ubicada al sur oriente de la ciudad a la altura de los Barrios Los Cocos y Amaneceres del Valle, fue construida en 1984 para atender una población inicial de 100.000 habitantes, en 1996 entró en funcionamiento el sistema de tratamiento de aguas residuales "Salguero" ubicada en el costado occidental de la carretera que comunica con el Municipio de La Paz, en estos sistemas, las aguas servidas de la ciudad reciben tratamientos primarios y secundarios que dejan el agua apta para su vertimiento en el río Cesar.

Gestión de residuos sólidos

La recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos está a cargo de la empresa ASEO DEL NORTE S.A. ESP. La recolección domiciliaria se efectúa mediante una flota de camiones compactadores de 16 y 25 yardas cúbicas, la empresa dispone para la ciudad barrido permanente de calles y espacios públicos mediante barredoras mecánicas y personal directamente en las calles. Para la disposición final se cuenta con el Relleno Sanitario Los Corazones, construido y operado de manera eficiente sin poner en riesgo el medio ambiente ni la salud pública.

5.5 MARCO LEGAL

- **Constitución política de Colombia de 1991:** Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.
- **Ley 09 de 1979:** Código Sanitario Nacional
- **Ley 99 de 1993:** Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones.
- **Decreto 901 de 1997:** Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa o indirecta del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se establecen las tarifas de éstas.
- **Decreto 1594 de 1984:** Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
- **Decreto 1076 de 2015:** Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- **Resolución 0631 de 2015:** por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
- **RAS Título D 2016:** Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. (Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales Domésticas y Aguas Lluvias).

- **Resolución 0330 de 2017:** por la cual se adopta en Reglamento Técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009.

6 MARCO METODOLÓGICO

6.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se utiliza para abordar el diseño del alcantarillado del corregimiento de El Jabo es exploratoria, ya que ofrecen un primer acercamiento al problema que se pretende estudiar, conocer y dar solución.

6.2 POBLACIÓN

La población por analizar actualmente es de 600 habitantes y la estimación al horizonte del proyecto es de 720 habitantes del corregimiento El Jabo.

6.3 MUESTRA

Nuestra muestra representativa, es la población del corregimiento El Jabo del municipio de Valledupar, Cesar.

6.4 DESARROLLO METODOLÓGICO

6.4.1 ETAPA I: ESTIMACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES EN EL CORREGIMIENTO EL JABO.

Se recolectó información primaria tal como: número de viviendas, población actual del corregimiento, área total del proyecto, aspectos socioculturales, identificación de fuentes receptoras y levantamiento topográfico.

1. Se realizó la recolección de información primaria, mediante un censo aplicado a los habitantes del corregimiento de El Jabo, empleando una encuesta personal, de tipo *analítico*. Las preguntas se hicieron abiertas y se pudo obtener información de: número total de viviendas, población actual e identificación de aspectos socioculturales.
2. Se procesó la información recolectada con la aplicación de encuestas. Se determinó densidad de población, número total de habitantes y nivel socioeconómico de la población.
3. Se identificaron las zonas o predios, cuyos aportes sean de carácter industrial, institucional, comercial, aportes por conexiones erradas y los aportes por infiltración.
4. Se determinó el Caudal de diseño de la red de recolección de aguas servidas del Corregimiento El Jabo.
5. Se definió el nivel de complejidad del sistema con los datos obtenidos como información primaria.

6.4.2 ETAPA II: DETERMINAR LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES CON MAYOR VIABILIDAD, DE ACUERDO CON LOS CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.

1. Obtenida la topografía del terreno, se procedió a realizar el trazado de la disposición de la red de alcantarillado.
2. Se calcularon las áreas de aporte a cada colector, para determinar el área total de aporte al sistema.
3. Recolectada el agua residual del corregimiento, se transportará por gravedad por una tubería hasta llegar a una de las redes principales de aguas negras del municipio de Valledupar.

6.4.3 ETAPA III: EVALUAR LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL TRAZADO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL CORREGIMIENTO EL JABO.

1. Se definió pendiente de diseño para cada colector, diámetro, velocidad y esfuerzo cortante y otros parámetros hidráulicos.
2. Se compararon los valores de los parámetros hidráulicos obtenidos, con los establecidos según la resolución 0330 de 2017.

7 RESULTADOS Y ANALISIS

7.1.1 ESTIMACIÓN DE LAS CONTRIBUCIONES DE AGUAS RESIDUALES EN EL CORREGIMIENTO EL JABO

7.1.1.1 Métodos de proyección de población

Tabla 4. Método de proyección aritmético

MÉTODO ARITMÉTICO

Corregimiento: EL JABO

AÑO	POBLACION TOTAL
2015	600
2018	652

Fuente: Autores, 2021

AÑO	POBLACION
2021	704
2022	721
2023	739
2024	756
2025	773
2026	791
2027	808
2028	825
2029	843
2030	860
2031	877
2032	895
2033	912
2034	929
2035	947
2036	964
2037	981
2038	999
2039	1016
2040	1033
2041	1051
2042	1068
2043	1085
2044	1103
2045	1120
2046	1137

Tabla 5.
Método de proyección geométrico
MÉTODO GEOMÉTRICO
Corregimiento: EL JABO

AÑO	POBLACION
2015	600
2018	652
R	0,0280

AÑO	POBLACION PROYECTADA
2021	709
2022	728
2023	749
2024	770
2025	791
2026	813
2027	836
2028	859
2029	883
2030	908
2031	934
2032	960
2033	987
2034	1014
2035	1043
2036	1072
2037	1102
2038	1133
2039	1164
2040	1197
2041	1231
2042	1265
2043	1300
2044	1337
2045	1374
2046	1413

Fuente: Autores, 202

Tabla 6.

Resumen de proyección de población de Nuevo Colon por el método Aritmético y Geométrico

RESUMEN PROYECCIÓN POBLACIÓN

Corregimiento: EL JABO

AÑO	MÉTODO ARITMÉTICO	MÉTODO GEOMÉTRICO	PROMEDIO (HABITANTES)	POBLACIÓN PROYECTADA
2021	704	709	705	705
2022	721	728	725	725
2023	739	749	744	744
2024	756	770	763	763
2025	773	791	782	782
2026	791	813	802	802
2027	808	836	822	822
2028	825	859	842	842
2029	843	883	863	863
2030	860	908	884	884
2031	877	934	911	911
2032	895	960	928	928
2033	912	987	950	950
2034	929	1014	972	972
2035	947	1043	995	995
2036	964	1072	1018	1018
2037	981	1102	1042	1042
2038	999	1133	1066	1066
2039	1016	1164	1090	1090
2040	1033	1197	1115	1115
2041	1051	1231	1141	1141
2042	1068	1265	1167	1167
2043	1085	1300	1193	1193
2044	1103	1337	1220	1220
2045	1120	1374	1247	1247
2046	1137	1413	1275	1275

Fuente: Autores, 2021

7.1.1.2 Densidad de población

$$\text{Densidad de población} = \frac{\#hab}{viv} \times \frac{viv}{Ha}$$

$$\text{Densidad de población} = 7 \frac{hab}{viv} \times 7,5 \frac{viv}{Ha} = 52,5 \text{ hab/Ha}$$

Tabla 7.
Datos de la población

Datos de población	
# hab / viv	7 hab / viv
Dviv (viv/ha)	8 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	52,50 hab / Ha
d per cápita	140,00 (l/hab/día)

Fuente: Autores, 2021

7.1.1.3 Periodo de diseño

Como parte del desarrollo de los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y/o aguas lluvias, y antes de generar alternativas de solución, es necesario establecer el período de planeamiento teniendo en cuenta que éste comienza desde el año inicial de operación. Para la definición del período de planeamiento o período de diseño se deben tener en cuenta: la capacidad del sistema para atender la demanda futura, la densidad poblacional actual y la de saturación, la durabilidad de los materiales y equipos empleados, la calidad de la construcción, así como también la operación y el mantenimiento del mismo. A su vez, el período de planeamiento está influido por la demanda del servicio, la programación de las inversiones, las ampliaciones del sistema, las tasas de crecimiento de la población y, el crecimiento económico del municipio o localidad. Como mínimo, los sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias deben proyectarse para 30 años en el caso de sistemas con nivel de complejidad alto y para 25 años en los demás sistemas. Para los tramos principales del sistema, los interceptores y los tramos finales, se debe evaluar la alternativa de implementación por etapas hasta cubrir el período de diseño establecido para los sistemas de todos los niveles de complejidad. (RAS TÍTULO D, 2016).

7.1.1.4 Dotación neta máxima

Tabla 8.

Dotación neta máxima por habitante según la altura sobre el nivel del mar de la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA	DOTACIÓN NETA MÁXIMA (L/HAB*DÍA)
>2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m	140

Fuente: Resolución 0330 del 2017

El corregimiento el Jabo, se encuentra a una altura de 220 m.s.n.m, lo quiere decir que según la resolución 0330 de 2017, se asigna una **dotación neta máxima de 140 (L/HAB*DÍA)**.

7.1.1.5 Coeficiente de retorno

Tabla 9.
Coeficiente de retorno

Nivel de complejidad del sistema	Coeficiente de retorno
Bajo y medio	0,80
Medio alto y alto	0,85

Fuente: RAS título D, 2016

7.1.1.6 Caudal de diseño de la red de alcantarillado

7.1.1.6.1 Caudal de aguas residuales domésticas

$$QD = \frac{CR \times P \times D_{neta}}{86400}$$

$$QD = \frac{0,85 \times 1275 \text{ hab} \times 140 \frac{L}{\text{hab} * \text{día}}}{86400}$$

$$QD = 1,75 \text{ L/seg}$$

QD= Caudal de aguas residuales domésticas (L/s)

CR= Coeficiente de retorno (adimensional)

P= Número de habitantes proyectados al periodo de diseño (hab)

D. neta= Demanda neta de agua potable proyectada por habitante (L/hab/día)

7.1.1.6.2 Caudal de aguas residuales industriales

Tabla 10.
Contribución de aguas residuales industriales para industrias pequeñas

Nivel de complejidad del sistema	Contribución industrial (L/s-ha ind)
Bajo	0,4
Medio	0,6
Medio Alto	0,8
Alto	1,0

Fuente: Ras título D, 2016

En la cabecera municipal del Jabo, no existe actualmente ningún tipo de industrias, por lo tanto, no se tiene aportes por este tipo de agua residuales.

7.1.1.6.3 Caudal de aguas residuales comerciales

En caso de que en el área objeto del proyecto existan zonas mixtas, comerciales y residenciales, los caudales comerciales deben estimarse teniendo en cuenta la concentración comercial relativa a la concentración residencial, utilizando una contribución de caudal comercial correspondiente a 0,5 L/s por ha comercial. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por el sector comercio, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesados en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. (RAS TÍTULO D, 2016).

En la cabecera municipal del Jabo, no existe actualmente ningún tipo de establecimientos comerciales, por lo tanto, no se tiene aportes por este tipo de agua residual.

7.1.1.6.4 Caudal de aguas residuales institucional

El consumo de agua de las diferentes instituciones varía de acuerdo con el tipo y tamaño de las mismas, dentro de las cuales pueden mencionarse escuelas, colegios y universidades, hospitales, hoteles, cárceles, etc. En el capítulo B.2 del Título B del RAS: “Sistemas de Acueducto”, se establece su estimación. Debe hacerse la revisión de las captaciones de agua utilizadas por el sector institucional, las cuales no necesariamente provienen del acueducto; pero si pueden estar interesados en utilizar el sistema de alcantarillado sanitario. En consecuencia, los aportes de aguas residuales institucionales QIN deben determinarse para cada caso en particular, con base en información de consumos de entidades similares registrados en la localidad. Sin embargo, para pequeñas instituciones ubicadas en zonas residenciales, los aportes de aguas residuales pueden estimarse en 0,5 L/s por ha institucional. El QIN debe ser estimado para las condiciones iniciales, QINi, y finales, QINf, de operación del sistema, de acuerdo con los planes de desarrollo previstos. (RAS TÍTULO D, 2016).

$Q_{ins} = \text{Aporte de aguas residuales} \times \text{Área de aporte}$

$$Q_{ins} = 0,5 \frac{L}{s * Ha} \times 0,65 Ha$$

$$Q_{ins} = 0,32 \frac{L}{Seg}$$

7.1.1.6.5 Caudal por infiltración

Tabla 11.

Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales

Nivel de complejidad del sistema	Infiltración alta (L/s*ha)	Infiltración media (L/s*ha)	Infiltración baja (L/s*ha)
Bajo y medio	0,3	0,2	0,1
Medio alto y Alto	0,3	0,2	0,1

Fuente: Ras título D, 2016

$Q_{inf} = \text{Aporte infiltración} \times \text{Área total}$

$$Q_{inf} = 0,2 \frac{L}{s * ha} \times 36,08 ha$$

$$Q_{inf} = 7,22 \frac{L}{seg}$$

7.1.1.6.6 Caudal medio diario Qmd

$$Qmd = QD + Qcom + Qins + Qind$$

$$Qmd = (1,75 + 0 + 0,32 + 0) L/seg$$

$$Qmd = 2,07 L/seg$$

7.1.1.6.7 Caudal por conexiones erradas

El aporte máximo de las conexiones erradas a un sistema de alcantarillado de aguas residuales existente o proyectado debe ser de hasta 0,2 L/s por ha en el caso de que en el municipio exista un sistema de alcantarillado de aguas lluvias. (RAS TÍTULO D, 2016).

$$Qce = Aporte\ máximo \times Área\ total$$

$$Qce = 0,2 \frac{L}{S * Ha} \times 36,08 Ha = 7,21 L/seg$$

7.1.1.6.8 Factor de mayoración

En el factor de mayoración para calcular el caudal máximo horario, utilizando como base el caudal medio diario, se tienen en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso de agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de tuberías puede contribuir cada vez más a amortiguar los picos de caudal. El factor de mayoración debe calcularse, hasta donde sea posible, haciendo uso de mediciones de campo, en donde se tengan en cuenta los patrones de consumo de la población y la medición de los caudales en las horas de mayor consumo. Sin embargo, si esto no es factible, el diseñador puede utilizar la ecuación empírica de Flores en la cual se puede calcular F como función del número de habitantes, este último dado en miles de habitantes. (RAS TÍTULO D, 2016).

El factor de mayoración se calcula así:

$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}}$$

$$F = \frac{3,5}{\left(\frac{1275}{1000}\right)^{0,1}} = 3,41$$

Como la población servida es menor a 20.000 habitantes, entonces el factor de mayoración es 3,0.

Tabla 12.

Máximo factor de mayoración de acuerdo con la población servida

Población servida en número de habitantes	Factor de mayoración máximo
<20.000	3,00
20.000-50.000	2,50
50.001-750.000	2,25
>750.000	2,00

Fuente: Ras título D, 2016

7.1.1.6.9 CAUDAL MÁXIMO HORARIO QMHf

$$QMHf = F \times QD + Qcom + Qins + Qind$$

$$QMHf = 3 \times 1,75 L/s + 0 + 0,32 L/s + 0 = 5,57 \frac{L}{seg}$$

7.1.1.6.10 Caudal de diseño QDisf

$$QDisf = QMHf + Qinf + Qce$$

$$QDisf = 5,57 L/s + 7,56 L/s + 7,56 L/s = 20,69 L/s$$

7.1.2 DETERMINAR LA RUTA DE RECOLECCIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES CON MAYOR VIABILIDAD, DE ACUERDO A LOS CRITERIOS TÉCNICOS Y ECONÓMICOS.

7.1.2.1 Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., en el cual se determinan la ruta de recolección de las aguas residuales y áreas de aporte.

7.1.2.2 Diseño de la disposición final del agua residual del corregimiento el Jabo.

Para la disposición final de las aguas residuales del corregimiento el Jabo se realizó el diseño de un pre-tratamiento o tratamiento preliminar, conformado por una tubería de entrada y aliviadero, un canal y unas rejillas.

TRATAMIENTO PRELIMINAR

Un pre-tratamiento consiste en eliminar elementos que pueden causar descensos en la eficiencia del tratamiento, protegiendo los equipos, partes y unidades de la planta de tratamiento de daños en su funcionamiento y del sistema de evacuación y transporte de aguas residuales en general.

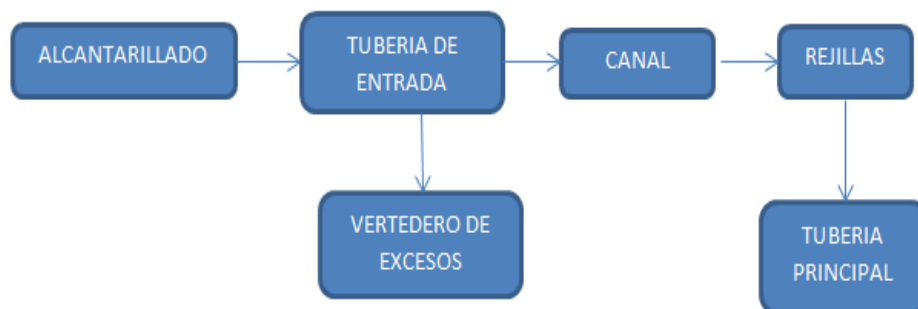
Los objetivos principales de la etapa, son: material grueso y eliminar arenas.

La selección del tipo de dispositivos para esta etapa dependerá de:

- Tipo de aguas residuales
- Características del agua residual
- Tipos de unidades de tratamientos que serán empleadas posteriormente
- Nivel de operación de la depuradora

En esta sección se verá el diseño de tubería de entrada y aliviadero, canal de entrada y rejillas.

Diagrama de flujo del pretratamiento de PTAR en el diagrama de flujo se representa la conexión de las estructuras que contiene la PTAR.



Fuente: Autores

Tubería de entrada y aliviadero.

La tubería de entrada es la que conecta el último pozo hasta el aliviadero de la TPAR, esta tubería no puede ir llena, solo debe contener como máximo 85% de su capacidad total y se calcula el diámetro de la tubería que permita el ingreso del caudal que se va a tratar en la planta.

Tabla 13.

Tabla tubería de entrada.

Parámetros		Valor
Profundidad/ tirante(m)	Y	0,20
Diámetro(m)	D	0,25
Pendiente longitudinal	S	0,0005
Coficiente manning	N	0,009

Fuente: autores

Ángulo subtendido

Se calcula el ángulo subtendido, que existe desde el centro de la tubería hasta los bordes de la lámina de agua, es necesario calcular este ángulo para los posteriores cálculos ya que este tipo de tubería trabaja con flujo parcialmente lleno.

$$\Phi = 2 \times \text{Arc Cos} \left(1 - \frac{2XY}{D} \right) = 253,739$$

Área mojada, tubería entrada

Se necesita saber qué área de la tubería va estar ocupada por el fluido, a esto se le llama área mojada.

$$A = R^2 (\Phi - \sin \Phi \cos \Phi) = 0,0339 \text{ m}$$

Perímetro mojado, tubería entrada

Se calcula el perímetro que ocupa esta misma área mojada, a este se le llama perímetro mojado

$$P = R \Phi = 0,55 \text{ m}$$

Radio hidráulico

Es la relación entre el área y el perímetro mojado, es necesario para el cálculo del caudal.

$$R_h = \frac{A}{P} = 0,0616 \text{ m}$$

Espejo de agua, tubería entrada

El cálculo de espejo de agua es la distancia que existe entre los extremos de la lámina de agua, su valor es necesario para determinar el tipo de régimen en el cual está trabajando la tubería

$$T = 2\sqrt{Y(D - Y)} = 0,20 \text{ m}$$

Caudal, tubería de entrada

Posteriormente a los anteriores pasos es necesario conocer el valor que corresponde al caudal que va a transportar la tubería, es necesario conocer los valores de área mojada, radio hidráulico, pendiente longitudinal y coeficiente de manning.

$$Q = \frac{AR^{2/3} S^{1/2}}{n} = 0,0118 \text{ m}^3/\text{s}$$

Velocidad, tubería de entrada

Se determina la velocidad con la cual pasa el fluido por la tubería, se calcula mediante la relación existente entre el gasto transportado y el área mojada

$$V = \frac{Q}{A} = 0,348 \text{ m/s}$$

Numero de Froude

La variable del número de froude es un valor adimensional que relaciona las fuerzas de inercia con las fuerzas de gravedad, a partir de esta relación se puede conocer el tipo de flujo que se trabaja, valores inferiores a 0,9 indican un tipo de régimen subcrítico ideal para el diseño, valores entre 0,9 y 1,1 un régimen crítico y posteriores a los valores nombrados anteriormente régimen supercrítico.

$$F = \frac{V}{\sqrt{(g \times A/T)}} = 0,269$$

Ecuación alfa, tubería de entrada

Para realizar el chequeo del diseño, es necesario calcular la condición de trabajo en régimen crítico, con el cual se asegura que la tubería trabaje bajo condiciones menores al régimen subcritico calculado previamente, los primeros datos que se calculan son el ángulo crítico que es en principio el mismo ángulo subtendido entre el centro de la tubería y los bordes del espejo de agua pero en condición crítica, la ecuación alfa es equivalente a la mitad del ángulo subtendido crítico.

$$\theta = \frac{2}{D^2} \left(\frac{DQ^2}{g} \operatorname{sen}\theta \right)^{1/3} + \frac{1}{2}\theta$$

$$\theta = 0,144471$$

Ángulo crítico, tubería de entrada

Teniendo alfa, se calcula el ángulo crítico el cual es dos veces alfa.

$$\Phi_C = 2 \theta$$

$$\Phi_C = 0,288$$

Altura critica, tubería de entrada

La altura critica Y_c , es la altura que tendrá el tirante hidráulico bajo condiciones críticas, debe ser hasta un máximo el 85% de la altura de la lámina de agua

$$Y_c = \frac{D}{2} (1 - \cos \Phi_C)$$

$$Y_c = 0,124 \text{ m}$$

Área crítica, tubería de entrada

Es aquella que ocupa el fluido en la tubería cuando el régimen es crítico.

$$A_c = R^2 (\Phi C - \text{Sen } \Phi C \times \text{Cos } \Phi C)$$

$$A_c = 0,0044 \text{ m}^2$$

Velocidad crítica, tubería de entrada

La velocidad crítica, es la relación existente entre el caudal de diseño y el área crítica.

$$V_c = \frac{Q}{A_c}$$

$$V_c = 0,4743 \text{ m/s}$$

Espejo de agua crítico, tubería de entrada

Espejo de agua crítico, es la distancia que existe entre extremos de la lámina de agua en condiciones críticas.

$$T_c = 2\sqrt{Y_c (D - Y_c)}$$

$$T_c = 0,1941$$

Numero de froude, tubería de entrada

Al calcular el número de froude este debe ser igual a 1, con esto se comprueba que los cálculos realizados están bajo régimen crítico.

$$F = \frac{V_c}{\sqrt{(g \times A_c / T_c)}}$$

$$F = 1,005$$

Aliviadero: El aliviadero es una estructura diseñada para controlar los excesos de caudales que entran a la PTAR, también ayudan a mitigar los efectos de turbidez cuando el caudal presenta grandes velocidades y este genera flujos críticos, por criterio de diseño estas estructuras no cuentan con grandes dimensiones, pero para la elaboración de este proyecto se optó por las siguientes dimensiones 0,6 m de ancho y 0,8 m de largo (ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017)

Vertedero de excesos, tubería de rebose: El vertedero de excesos es un elemento que hace parte del aliviadero o cámara anexa al aliviadero cuya función es recibir y transportar todos los excesos de caudal que entran a la PTAR a través de una tubería que rebose que los conduce hacia otro sitio, la tubería de

rebose tiene el mismo diámetro que la de entrada con el fin de poder evacuar un caudal igual al que entra (ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2017).

Canal de entrada (rectangular)

La entrada de aguas residuales a la PTAR, generalmente se hace mediante un canal de sección rectangular. Se diseña dependiendo de las condiciones topográficas. Este canal deberá tener un ancho y profundidad mínimo, con un área vertical útil, mayor o igual a las dimensiones del colector de aguas residuales que conduce el caudal a la planta de tratamiento.

Un canal rectangular es una estructura de entrada a la planta de tratamiento de aguas residuales para el cálculo de este canal se tienen en cuenta los siguientes parámetros.

Tabla 14.

Tabla canal rectangular

Parámetros		Valor
Ancho inferior(m)	B	0,40
Profundidad/tirante(m)	Y	0,20
Pendiente longitudinal final(m/m)	S	0,001
Coeficiente manning	N	0,017

Fuente: autores.

Área mojada

Para realizar el cálculo del área mojada que ocupa el influente se realiza mediante el producto del ancho del canal y la lámina de agua

$$A = B \times Y$$

$$A = 0,40 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} = 0,08 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado

El perímetro mojado es el resultado de la suma entre las paredes que hacen contacto con el fluido y el ancho del canal

$$P = B + (2 \times Y)$$

$$P = 0,40m + (2 \times 0,20m) = 0,80m$$

Radio hidráulico

El radio hidráulico es la relación entre el área y el perímetro mojado, este dato es necesario para el cálculo del caudal

$$Rh = \frac{A}{P}$$

$$Rh = \frac{0,08m^2}{0,80 m} = 0,1 m$$

Espejo de agua

El espejo del agua es igual al ancho del canal por ser un canal rectangular

$$T = B$$

$$T = 0,40m$$

Caudal, canal rectangular

Se realiza el cálculo que corresponde al caudal en el canal

$$Q = \frac{A * \sqrt[3]{(R)^2} * \sqrt{S}}{n}$$

$$Q = 0,032 m^3/s$$

Velocidad, canal rectangular

El fluido que lleva el canal se transporta a una velocidad, la cual es obtenida dentro de la relación entre el caudal y el área mojada del canal rectangular

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,032m^3/s}{0,08m^2}$$


$$V = 0,4 m/s$$

Número de froude

Calcular el número de froude permite conocer el tipo de flujo que se trabaja, este número no debe estar en el rango de 0,90 a 1,1 ya que este será un régimen crítico el cual causa vértices y es complejo de manejar

$$F = \frac{V}{\sqrt{(g \times A/T)}}$$

$$F = \frac{0,4 \text{ m}}{\sqrt{(9,8\text{m/s}^2 \times 0,08\text{m}^2 / 0,40)}}$$

$$F = 0,2855686$$

Altura critica, régimen crítico canal rectangular

Para calcular el chequeo del diseño canal rectangular, se asume régimen crítico con el cual se asegura que el canal diseñado en condiciones subcríticas trabaje en buenas condiciones, comparando los valores obtenidos del régimen crítico, el primer elemento que se calcula es la altura de la lámina de agua o tirante crítico el cual debe ser inferior al 85% del tirante en condiciones subcríticas.

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g \cdot B^2}}$$

$$Y_c = 0,124 \text{ m}$$

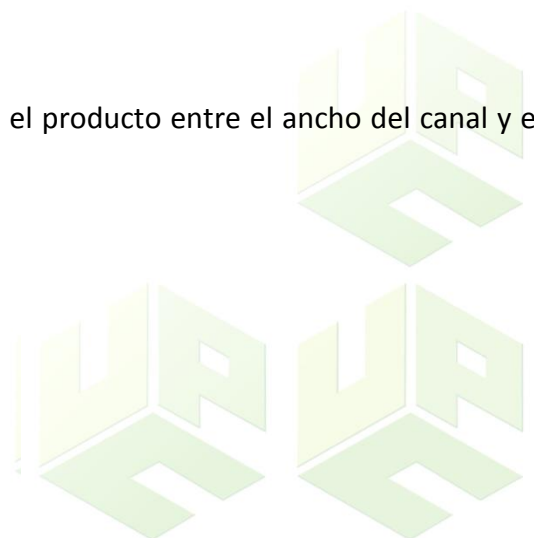
Área critica, régimen crítico canal rectangular

El área crítica es la que ocupa el canal rectangular en el producto entre el ancho del canal y el tirante crítico.

$$A_c = B \times Y_c$$

$$A_c = 0,40 \text{ m} \times 0,08673\text{m}$$

$$A_c = 0,0344\text{m}^2$$



Velocidad crítica, régimen crítico canal rectangular

La velocidad crítica en la cual se desplaza el fluido en el canal cuando esta es un régimen crítico, es el resultado de la relación entre el caudal de diseño y el área crítica

$$V_c = \frac{Q}{A_c}$$

$$V_c = \frac{0,032m^2/s}{0,0344m^2}$$

$$V_c = 0,9302 \text{ m/s}$$

Numero de froude, régimen crítico canal rectangular

Calculando el número de froude que sea igual a 1, se verifica que el régimen asumido corresponde al régimen crítico

$$F = \frac{V_c}{\sqrt{(g \times A_c/T)}}$$

$$F = \frac{0,9302m/s}{\sqrt{(9,8m/s^2 \times 0,0344m^2 / 0,40)}}$$

$$F = 1,012$$

Desbaste o rejillas

Los elementos flotantes como plásticos, trozos de maderas y ramas, entre otros, deben ser retirados en el desbaste. Esta unidad no es prescindible en ninguna depuradora y es independiente. El desbaste se conoce también como cribado y se hace de manera frecuente, mediante la instalación de rejillas metálicas de diferentes características de diseño y operación, dependiendo del tipo de agua a tratar. En este proyecto el tipo de rejilla que se utilizaran son rejillas de limpieza manual.

Rejillas de limpieza manual: Se instalan en plantas pequeñas y son inclinadas (usualmente a 60° respecto de la horizontal) para facilitar las labores de limpieza del operario, quien retira los sólidos retenidos en la rejilla con la ayuda de un rastrillo u otra herramienta similar dentada y los dispone temporalmente en una lámina perforada o canastilla, conocida como depósito escurridor, para eliminar el agua. Posteriormente, estos desechos se llevan a incineración o a un relleno sanitario.

Rejilla: La rejilla es un elemento utilizado para medir la altura de la lámina de agua, está localizada a una distancia horizontal equivalente a cuatro veces la altura de la lámina de agua que pasa por el vertedero. La sección de rejillas o cribado estará ubicada aguas arriba de la estación de tratamiento, conteniendo el material grueso que trae el agua residual, el canal que conduce el agua debe ser perpendicular a las barras de la rejilla, se debe tener un fácil acceso y ventilación adecuada para realizar las limpiezas y mantenimiento de las rejillas.

Según el RAS 2017, el espaciamiento entre barras varía según lo requerido, se debe garantizar un área de acumulación adecuada que permita la acumulación de materiales, el cálculo de la velocidad de aproximación de la rejilla debe estar entre 0,3 y 0,6 m/s, la velocidad entre barras varía entre 0,3 y 0,6 m/s, la forma de la rejilla se debe seleccionar de una manera que se ajuste al tipo o material a remover y según la separación entre barrotes las rejillas se clasifican entre gruesas son aquellas en que sus barrotes distan entre 4 a 10 cm, rejas medias con separaciones entre 2 a 4 cm y rejas finas cuya separación es de 1 a 2 cm, este sistema de rejilla o cribado suelen tener inclinaciones 60° y 80° con respecto a la base del canal.

Las barras que conforman las rejillas tienen diferentes formas, dependiendo su forma tendrá un coeficiente de pérdida, en este diseño se usó una barra de tipo A, con un factor de forma de 2,42 en la siguiente tabla se observan los coeficientes de cada tipo de barra.

Sección transversal							
Forma	A	B	C	D	E	F	G
β	2.42	1.83	1.67	1.035	0.92	0.76	1.79



Tabla 15.

Datos de diseño de rejilla

PARAMETRO		VALOR
Caudal	Q	0.032 m ³ /s
Velocidad de aproximación	V	0.4 m/s

Ancho útil	B	0.40 m
Altura lámina de agua	Y	0.20 m
Angulo de inclinación	Φ	60°
Separación entre barrotes	S	1.223 cm
		0.01223 m
Ancho barras	e	0.50 cm
		0.0050 m
Factor forma β	β	2.42

Fuente: autores.

Número de barra

La rejilla debe tener un numero de barras exacto, se debe modificar la separación hasta que se logre tener igualdad en la separación de las barras, para esto se usa

$$N = \frac{(B - S)}{(e + s)} = 23$$

Área útil rejilla

Se calcula el área que ocupara la rejilla con la siguiente

$$A_u = h \times (B - (N \times e)) = 0.057 \text{ m}^2$$

Velocidad de paso

El agua al momento de pasar por la rejilla cambia su velocidad debido a la reducción en su área, esta se calcula como velocidad de paso, y es el resultado de la relación entre el caudal de diseño y el área útil

$$V_p = \frac{Q}{A_u} = 0.561 \text{ m/sg}$$

7.1.3 EVALUAR LOS PARÁMETROS HIDRÁULICOS EN EL TRAZADO DE LA RED DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS EN EL CORREGIMIENTO EL JABO.

7.1.3.1 Diámetro interno mínimo

Para las redes de recolección y evacuación de las aguas residuales, la sección más utilizada para las tuberías y tramos es la circular, especialmente en los tramos iniciales. El diámetro interno mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado de aguas residuales convencional es de 170 mm, con el fin de evitar las posibles obstrucciones que ocurran en los tramos, causadas por objetos relativamente grandes que puedan entrar al sistema. Para el caso de alcantarillados en municipios con sistemas con niveles de complejidad medio y bajo, el diámetro interno mínimo es de 145 mm. Sin embargo, cuando se requiera evacuar las aguas residuales de un conjunto de más de 10 viviendas se recomienda que el diámetro interno mínimo sea de 170 mm para dichos niveles. (RAS TÍTULO D, 2016).

7.1.3.2 Velocidad mínima

La velocidad mínima real permitida para una tubería de diámetro menor a 450 mm en los sistemas de aguas residuales es de 0,45 m/s, probando dicha velocidad para las condiciones encontradas al inicio de operación del sistema para el caudal máximo horario inicial, de acuerdo con:

$$V_{min} = \frac{QM_H}{A}$$

7.1.3.3 Velocidad máxima

En el diseño de las redes de alcantarillado de aguas residuales se debe establecer siempre un valor máximo de velocidad permisible. Estos valores máximos deben quedar plenamente justificados en los diseños, teniendo en cuenta las características de los materiales que conforman las tuberías, las características abrasivas de los materiales arrastrados por las aguas residuales y la turbulencia del flujo. En general, se recomienda que la velocidad máxima sea de 5 m/s. Si el diseñador decide adoptar un mayor valor, dicho valor debe justificarse técnicamente y debe contar con la aprobación previa por la persona prestadora del servicio público de alcantarillado. (RAS TÍTULO D, 2016).

7.1.3.4 Pendiente mínima

El valor de la pendiente mínima de cada tubería debe corresponder con aquel que permita tener condiciones de auto limpieza y que minimice la producción de gas sulfuro de hidrógeno. (RAS TÍTULO D, 2016).

7.1.3.5 Pendiente máxima

El valor de la pendiente máxima admisible, establecida en el diseño, debe ser aquel para el cual se obtenga la velocidad máxima real establecida.

7.1.3.6 Profundidad mínima a la cota clave de las tuberías

Los tramos de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de estas de 2%. Además, el cubrimiento mínimo del tramo debe evitar la ruptura de éste, ocasionada por cargas vivas que pueda experimentar. (RAS TÍTULO D, 2016).

Tabla16.

Profundidad mínima de instalación de tuberías de alcantarillado

Servidumbre	Profundidad a la clave del colector (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0,75
Vías vehiculares	1,20

Fuente: Ras título D, 2016

7.1.3.7 Profundidad máxima a cota clave

El diseñador debe establecer la profundidad máxima a la cota clave de las tuberías teniendo en cuenta el tipo de suelo, los equipos y métodos de excavación y los métodos de entibado disponibles. Una vez establecida la cota clave, teniendo en cuenta las condiciones particulares de diseño, se debe tener en cuenta el comportamiento mecánico de las tuberías, de las uniones y de los materiales con los cuales están fabricadas. En el diseño se deben garantizar los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y los requerimientos estructurales de los materiales de la tubería durante y después de la construcción,

para lo cual se deben tener en cuenta las especificaciones dadas en los capítulos G.2 y G.3 del Título G del RAS: “Aspectos Complementarios”. (RAS TÍTULO D, 2016).

7.1.3.8 Hidráulica de diseño

7.1.3.8.1 Caudal medio diario

Calcula el caudal real a partir de las áreas acumuladas y las contribuciones unitarias de las áreas acumuladas Industrial, institucional y de vivienda.

7.1.3.8.2 Factor de mayoración (F):

Para estimar el caudal máximo horario, con base en el caudal medio diario, tiene en cuenta las variaciones en el consumo de agua por parte de la población. El valor del factor disminuye en la medida en que el número de habitantes considerado aumenta, pues el uso del agua se hace cada vez más heterogéneo y la red de colectores puede contribuir cada vez más a amortiguar los flujos. La variación del factor de mayoración debe ser estimada a partir de mediciones de campo. Sin embargo, esto no es factible en muchos casos, por lo cual es necesario estimarlo con base en relaciones aproximadas como la de Harmon en la cual se estima F en función del número de habitantes. El rango de este valor está entre 1.4 y 4.

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0.5})}$$

7.1.3.8.3 Caudal máximo horario (QMH)

Se estima a partir del caudal medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F.

7.1.3.8.4 Caudales por conexiones erradas e infiltración (QCE y QINF)

Son calculadas a partir de las áreas tributarias y las contribuciones definidas anteriormente.

7.1.3.8.5 Caudal de diseño (q)

Se estima como la suma de QMH+QCE+QINF. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,5 l/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

Longitud: ingrese la longitud horizontal del tramo de centro a centro de pozo.

Pendiente: ingrese la pendiente del tramo en porcentaje (%).

7.1.3.8.6 Diámetro Nominal

Ingrese el diámetro nominal de tuberías para alcantarillado PAVCO, por defecto se toma el diámetro mínimo que, según RAS 2000, es de 200 mm S8, este diámetro debe ser modificado por el diseñador cuando $q/Q > 0.85$, aumentando al diámetro comercial siguiente. Se debe tener en cuenta que para ingresar diámetros de la línea NOVAFORT debe hacerse en milímetros (mm) especificando el tipo de tubería (serie 8 o serie 4) y los de la línea NOVALOC debe hacerse en pulgadas (pulg), porque de lo contrario la hoja estará tomando valores erróneos.

7.1.3.8.7 Diámetro Interior

Es el diámetro interior del diámetro nominal elegido.

n: el valor del coeficiente de Manning de acuerdo al diámetro nominal elegido. Para tuberías NOVAFORT es de 0.009 y NOVALOC de 0.010.

Los valores de V, Q, q/Q, v, Y, y/d, F, τ se calculan de la misma forma que se mostró para el alcantarillado pluvial. En el caso de incumplirse alguno de estos valores la celda se pondrá de color amarillo y le indicará que debe modificar el diámetro o la pendiente. Los valores límites son:

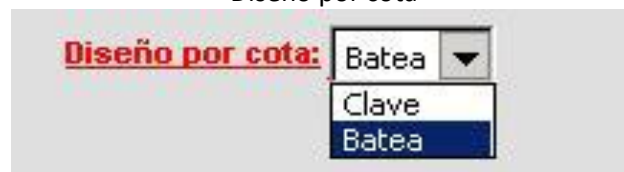
La velocidad mínima es de 0.45m/s y la velocidad máxima es de 5 m/s, aunque el RAS 2000 (B.3.2.8) permite que valores mayores sean justificados. Nuestras tuberías trabajan a velocidades hasta de 10 m/s.

La relación q/Q debe ser menor ó igual a 0.85
La relación Y/d deber ser menor o igual al 85%
El esfuerzo cortante debe ser mayor igual de 0.15Kg/m^2 .

7.1.3.9 Perfil hidráulico

Para el diseño inicialmente se debe seleccionar con qué tipo de cota se desea hacer los cálculos, con cota clave o cota batea.

Figura 9
Diseño por cota



Fuente: autores, 2021

Selección del tipo de diseño. Dependiendo de la selección anterior, ingresa las cotas clave o batea y el programa calcula la otra.

7.1.3.9.1 Cota clave o batea:

Es la cota clave o batea de la tubería cuando sale (superior) y llega (inferior) a la cámara o pozo. Se ingresa la cota batea o clave de los tramos iniciales y la hoja calcula los demás con base en los diámetros, longitudes y pendientes de la hoja de alcantarillado ya sea sanitario ó pluvial. Cuando hay dos tramos consecutivos, la cota batea de salida de uno es la cota batea de llegada del anterior menos una caída en la cámara o pozo. Dicha caída se calcula conservando la energía entre los dos tramos. La hoja de cálculo está formulada para que tome la cota batea del tramo inmediatamente anterior y sea con este tramo con el que se haga la conservación de energía; para los casos en los que a un pozo lleguen más de un tramo, se debe MODIFICAR la fórmula para que se tome la cota batea del tramo más bajo y con mayor caída por conservación de energía.

7.1.3.9.2 Cota rasante

Es la cota del terreno.

7.1.3.9.3 Tipo de rasante

Debe introducir este dato, como un número entero entre 1 y 4, al seleccionar la casilla se despliega un cuadro con las opciones (Ver ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.).

Figura 10
Especificaciones de tipo de rasante

Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m	
	Super	Infer
1	0.90	1.06
1	1.05	1.16
1	0.90	0.90
1	0.90	0.90
1	0.90	0.90
1	0.90	0.90
1	1.49	1.49
1	0.90	0.97
1	1.55	1.55

Fuente: autores 2021

7.1.3.9.4 Recubrimiento:

Calcula la profundidad a la que va a quedar enterrada la tubería (profundidad a la clave) y debe estar entre 5 m (máximo) y 0.90 m (recomendado) dependiendo del tipo de rasante. Esta celda se resaltará si el valor no es adecuado. Para los casos donde la tubería quede recubierta menos de los 0.90 m hasta los 0.60 m, debe especificarse una cimentación especial.

7.1.3.9.5 Pozo repetido

Esta casilla le informa con el número 1, si al pozo inicial está llegando más de un tramo. Si esto ocurre debe MODIFICAR la fórmula para que se tome la cota batea del tramo más bajo y con mayor caída por conservación de energía. Si en la casilla aparece el error #N/A, quiere decir que a este pozo solamente llega una tubería o es un pozo inicial.

7.1.3.9.6 Cabeza de energía

$\left(\frac{V^2}{2g}\right)$ = Calcula la cabeza energía en ese tramo.

7.1.3.9.7 Energía Específica

Es la cabeza de energía + la altura de la lámina de agua.

7.1.3.9.8 Alineamiento

Es la pendiente del terreno en %, calculada como:

$$\frac{cotaRasanteSup - CotaRasanteInf}{Distancia} * 100$$

7.1.3.9.9 Pérdidas de energía

Las pérdidas en el colector principal por efectos de la unión con otros ó por cambios de dirección. Para esto se calcula una cota clave sugerida. La metodología se describe a continuación (Tomado de Pérez Rafael, 1988):

7.1.3.9.10 Pérdida de energía por cambio de dirección del colector principal (HC)

Según la relación rc/ϕ , donde rc es el radio de curvatura y ϕ el diámetro.

7.1.3.9.11 Caída en la batea de la estructura (Hp)

Es la diferencia de las cotas de energía del colector de salida y el colector principal que llega.

7.1.3.9.12 Perdida de energía por intersección (He)

7.1.3.9.13 Diferencias de energías (HE)

Diferencia entre las energías específicas del colector salida y del colector principal que llega a la estructura pozo.

$$H_p = H_c - H_e$$

$$H_e = H_e + 0.2 (H_{v_2} + H_{v_1})$$

Régimen supercrítico

Dependiendo del caudal y el diámetro de la tubería de salida puede o no sumergirse la entrada de esta, y dependiendo de la situación el comportamiento hidráulico y por ende el cálculo es diferente. Cuando la entrada no se sumerge se puede usar la ecuación:

$$\frac{H_w}{\phi} = K \left(\frac{H_c}{\phi} + \frac{H_e}{\phi} \right)$$

Válida para valores de

$$\frac{Q_d}{\phi^2 \sqrt{\phi g}} < 0.62$$

Donde,

H_c= Energía específica para las condiciones de flujo critico

$$H_c = Y_c + \frac{V_c^2}{2g}$$

H_e= Incremento de la cabeza debido a las pérdidas y que empíricamente se ha encontrado igual a:

$$\frac{H_e}{\phi} = 0.589 \left(\frac{Q_d}{\phi^2 \sqrt{\phi g}} \right)^{2.67}$$

K= Coeficiente que depende de la relación entre el diámetro del pozo y el diámetro de la tubería.

$$K = 1.2 \text{ para } \frac{\text{DiámetroPozo}}{\text{DiámetroTubería}} > 2.0 \quad \text{y} \quad K = 1.5 \text{ para } \frac{\text{DiámetroPozo}}{\text{DiámetroTubería}} < 1.3$$

Cuando la entrada se sumerge la ecuación ajustada al fenómeno es:

$$\frac{H_w}{\phi} = K \left[0.70 + 1.91 \left(\frac{Q_d}{\phi^2 \sqrt{\phi g}} \right)^2 \right] \text{ Cuando } \frac{Q_d}{\phi^2 \sqrt{\phi g}} > 0.62$$

En caso de resultar H_e negativo, no se tendrá en cuenta para el cálculo de la caída de la batea de la estructura porque equivaldría a una elevación de la misma del colector de salida con respecto al colector de entrada. Las cotas de energía de los colectores afluentes, serán iguales o mayores a la cota de energía del colector de salida del pozo, una vez restadas las pérdidas.

8 CONCLUSIONES

- Se estimaron las contribuciones de aguas residuales que están compuestas principalmente por el caudal doméstico, con un el caudal de diseño de 20,69 L/ s.
- La disposición de la red se ajustó a la topografía natural, se adoptó un sistema particular con interceptor, resultaron 11 colectores, se definió un colector principal ubicado en la entrada del corregimiento.
- Se especificó una ruta de recolección del agua residual del corregimiento que va desde el colector final, hasta la tubería principal de aguas negras del municipio de Valledupar, se calculó una longitud de 11 km y el agua se transportó por gravedad.
- Se evaluaron los parámetros hidráulico de acuerdo con la resolución 0330 del 2017 el valor del esfuerzo cortante mínimo fue de 0,10 kg/m² y el máximo de 0,15 kg/m² con lo cual se garantiza la auto limpieza del sistema, la máxima relación entre la profundidad de flujo y el diámetro de la tubería fue de 85% garantizando la aireación de las aguas residuales, la velocidad máxima fue de 3 m/s Con la cual se evita la abrasión en la tubería, la profundidad mínima a cota clave fue de 94,22 m y la máxima de 211,34 m, lo cual permite una adecuada protección de la tubería debido a cargas externas.

9 RECOMENDACIONES

Debido a la problemática evidenciada en la disposición inadecuada de las aguas residuales en el corregimiento el Jabo, se hace necesario ejecutar el diseño de la obra, para así mitigar los impactos ambientales y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Una vez ejecutada la obra, se recomienda realizar mantenimiento oportuno a las redes de alcantarillado, con el fin de minimizar problemas relacionados con la hidráulica en las tuberías.

Se recomienda usar tuberías en PVC, para facilitar la instalación de las mismas y evitar contaminación de aguas subterráneas.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bravo, J. C., & Torrez, F. D. (2015). *Universidad Nacional de Ingeniería*. Obtenido de <http://ribuni.uni.edu.ni/1972/1/60621.PDF>
- Córdoba, C. F. (2013). DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DEL BARRIO CENTRO POBLADO PASOANCHO SITUADO EN EL MUNICIPIO DE ZIPAQUIRÁ. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1118/2/Dise%C3%B1o_red_alcantarillado_barrio_Centro_Poblado_Pasoancho_Zipaquir%C3%A1.pdf
- Delgado, P. (2018). *Lo que falta en suministro de agua y alcantarillado en Colombia*. Bogotá: El Espectador.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados* (págs. 344-345). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Lopez, R. A. (2004). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados* (pág. 345). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados* (pág. 346). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño de acueductos y alcantarillados* (pág. 358). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- López, R. A. (2004). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. En *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados* (pág. 344). Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. (2016). *RAS 2016*.
- Padilla, M. A. (2009). DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DEL CORREGIMIENTO DE LA MESA-CESAR. Bogotá, Colombia.
- Ramirez, C. (2016). *Acueducto y alcantarillado*. Obtenido de <file:///C:/Users/HECTOR%20PAVA/Downloads/Guia%20Tecnica%20Acueducto.pdf>
- RAS TÍTULO D. (2016). *Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias*. Bogotá.
- RAS TÍTULO D. (2016). *Sistemas de Recolección y Evacuación de aguas residuales domésticas y aguas lluvias*. Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_D.pdf
- RESOLUCIÓN 0330 DE 2017 *por la cual se adopta en Reglamento Técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009* <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/reglamento-tecnico-sector/reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>
- UNAM. (2011). *Alcantarillado*. Obtenido de http://www.ingenieria.unam.mx/~enriquecv/AAPYA/presentaciones_clase/Unidad_2_AAPyA_Alc_T1.pdf

Figura 11

Diseño del alcantarillado sanitario 1

DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DEL JABO										Contribución l/s/ha										Datos de población	
WOM UTILICE UNIFORMEMENTE LAS SE ENCUENTRAN EN COLOR										Comercial y/o Institucional					Industrial					hab / viv	
ANDREA CARO - ISMAEL CARO										Vivienda					Conexiones erradas					Dvib (viv/ha)	
										Infiltración										Dpob (hab/ha)	
																				d per cápita	
Area Tributaria										Diseño Hidráulico											
Ha										Caudal											
										Población											
										Q Medio Diario											
										F											
										Q _{max}											
										Q _{ce}											
										Q _{av}											
										q											
										Long											
										Pend											
										Diam Nom min 200mm											
										Diam Interior											
										Ks											
										V											
										Q											
										q/Q											
										v ≥ 0.45m/s											
										Y											

Fuente: autores, 2021

Figura 12

Diseño del alcantarillado sanitario 2

32	18C	18B								0.87	0.87	0.87	46	0.03	2.46	0.09	0.17	0.09	1.50	74.51	4.50	200-S8	0.182	0.009	1.50	39.06	0.038	0.68	0.03	14.29	1.62	
33	18B	18B								0.44	0.87	1.31	1.31	69	0.05	1.89	0.10	0.26	0.13	1.50	39.63	11.20	200-S8	0.182	0.009	2.37	61.64	0.024	0.91	0.02	11.54	2.43
34	18E	18B								0.29	1.29	1.29	88	0.05	2.37	0.12	0.26	0.13	1.50	89.09	9.50	200-S8	0.182	0.009	2.06	53.69	0.028	0.85	0.02	12.64	2.16	
35	18E	18B								1.46	1.29	2.76	2.76	144	0.11	1.89	0.20	0.59	0.29	1.50	104.20	3.60	200-S8	0.182	0.009	1.32	24.44	0.044	0.63	0.03	15.38	1.65
36	3A	3								2.92		2.92	2.92	153	0.12	2.18	0.25	0.68	0.29	1.50	103.16	14.00	200-S8	0.182	0.009	2.65	68.82	0.022	0.98	0.02	10.99	2.68
37																																
38	3	1								0.62		0.62	0.62	27	0.02	2.14	0.04	0.10	0.05	1.50	99.20	4.50	200-S8	0.182	0.009	1.50	39.06	0.038	0.68	0.03	14.29	1.62
39																																
40	1	4								0.52		0.52	0.52	27	0.02	2.11	0.04	0.10	0.05	1.50	99.63	9.20	200-S8	0.182	0.009	2.16	55.86	0.027	0.86	0.02	12.09	2.23
41	6	4								0.52		0.52	0.52	27	0.02	2.59	0.05	0.10	0.05	1.50	103.42	1.80	200-S8	0.182	0.009	0.96	24.63	0.061	0.50	0.03	17.88	1.07
42	4	7								0.53	0.52	1.05	1.05	55	0.04	2.07	0.09	0.21	0.11	1.50	100.89	12.00	200-S8	0.182	0.009	2.45	63.00	0.024	0.94	0.02	11.54	2.51
43																																
44	7	10								0.53		0.53	0.53	28	0.02	2.04	0.04	0.11	0.05	1.50	100.78	10.50	200-S8	0.182	0.009	2.29	59.63	0.025	0.91	0.02	12.09	2.28
45	13	10								0.48		0.48	0.48	25	0.02	2.61	0.05	0.10	0.05	1.50	104.04	3.80	200-S8	0.182	0.009	1.38	35.83	0.042	0.64	0.03	14.94	1.50
46	10	10A								0.22	0.48	0.70	0.70	37	0.03	2.42	0.07	0.14	0.07	1.50	86.27	14.00	200-S8	0.182	0.009	2.65	68.82	0.022	0.98	0.02	10.99	2.68
47	13E	10A								0.36		0.36	0.36	19	0.01	2.69	0.04	0.07	0.04	1.50	103.95	1.70	200-S8	0.182	0.009	0.32	24.00	0.063	0.50	0.03	18.13	1.05
48	10A	14								0.36	0.36	0.54	0.54	28	0.02	2.00	0.04	0.11	0.05	1.50	144.82	3.30	200-S8	0.182	0.009	2.16	55.86	0.027	0.86	0.02	12.09	2.24
49	14B	14D								0.17		0.17	0.17	9	0.01	2.43	0.02	0.03	0.02	1.50	51.76	7.00	200-S8	0.182	0.009	1.87	48.12	0.031	0.80	0.02	13.19	1.88
50	14D	14								0.17	0.17	0.35	0.35	18	0.01	2.69	0.04	0.07	0.04	1.50	52.24	0.80	200-S8	0.182	0.009	0.63	16.45	0.091	0.38	0.04	21.43	0.74
51	14	16								0.43	0.35	0.78	0.78	41	0.03	1.38	0.04	0.16	0.08	1.50	36.68	3.50	200-S8	0.182	0.009	2.18	56.77	0.026	0.87	0.02	12.09	2.26
52	3C	2C								1.26		1.26	1.26	66	0.05	2.37	0.12	0.25	0.13	1.50	101.61	1.30	200-S8	0.182	0.009	0.81	20.98	0.071	0.45	0.04	19.23	0.92
53	3C	2								0.95	1.26	2.21	2.21	116	0.09	2.24	0.20	0.44	0.22	1.50	99.00	4.00	200-S8	0.182	0.009	1.42	36.82	0.041	0.68	0.03	14.94	1.54
54	1	2								0.51		0.51	0.51	27	0.02	2.50	0.05	0.10	0.05	1.50	102.01	0.80	200-S8	0.182	0.009	0.63	16.45	0.091	0.38	0.04	21.43	0.74
55	2	6								1.12	0.51	1.63	1.63	86	0.07	2.12	0.14	0.33	0.16	1.50	101.22	10.00	200-S8	0.182	0.009	2.24	60.24	0.026	0.89	0.02	12.09	2.32
56	4	5								0.51		0.51	0.51	27	0.02	2.60	0.05	0.10	0.05	1.50	101.64	1.50	200-S8	0.182	0.009	0.87	22.54	0.067	0.47	0.03	18.13	0.98
57	9	9								1.09	0.51	1.59	1.59	83	0.06	2.05	0.13	0.32	0.16	1.50	99.82	17.00	200-S8	0.182	0.009	2.45	63.00	0.024	0.94	0.02	11.54	2.51
58	7	9								0.51		0.51	0.51	27	0.02	2.60	0.05	0.10	0.05	1.50	101.79	1.50	200-S8	0.182	0.009	0.87	22.54	0.067	0.47	0.03	18.13	0.98
59	9	11								1.11	0.51	1.62	1.62	85	0.06	2.00	0.13	0.32	0.16	1.50	100.42	10.80	200-S8	0.182	0.009	2.33	60.53	0.025	0.93	0.02	12.09	2.41
60	10	11								0.51		0.51	0.51	27	0.02	2.60	0.05	0.10	0.05	1.50	101.93	1.65	200-S8	0.182	0.009	0.91	23.84	0.063	0.49	0.03	18.13	1.03
61	11	14A								0.95	0.51	1.46	1.46	77	0.06	1.96	0.11	0.29	0.15	1.50	101.10	13.50	200-S8	0.182	0.009	2.60	67.87	0.022	1.00	0.02	11.54	2.66
62	14	14A								0.51		0.51	0.51	27	0.02	2.59	0.05	0.10	0.05	1.50	104.13	1.50	200-S8	0.182	0.009	0.87	22.54	0.067	0.47	0.03	18.13	0.98
63	14A	15A								0.95	0.51	1.46	1.46	77	0.06	1.33	0.08	0.29	0.15	1.50	98.40	2.25	200-S8	0.182	0.009	1.06	27.81	0.054	0.55	0.03	17.03	1.19
64	15A	16								0.51	1.46	1.97	1.97	103	0.08	1.92	0.15	0.39	0.20	1.50	101.46	4.20	200-S8	0.182	0.009	1.45	37.73	0.040	0.68	0.03	14.84	1.58
65	15	16								0.53	1.97	2.50	2.50	131	0.10	1.81	0.18	0.50	0.25	1.50	100.95	8.50	200-S8	0.182	0.009	2.06	53.69	0.028	0.85	0.02	12.64	2.16
66	16B	16								0.52		0.52	0.52	27	0.02	2.59	0.05	0.10	0.05	1.50	104.13	1.50	200-S8	0.182	0.009	0.87	22.54	0.067	0.47	0.03	18.13	0.98
67	16	17								0.57		0.52	0.52	27	0.02	1.81	0.08	0.22	0.11	1.50	99.93	9.20	200-S8	0.182	0.009	2.16	55.86	0.027	0.86	0.02	12.09	2.23
68	17B	17								0.57		0.57	0.57	30	0.02	2.67	0.06	0.11	0.06	1.50	104.65	3.20	200-S8	0.182	0.009	1.27	32.93	0.046	0.61	0.03	15.38	1.39
69	17	18								0.53		0.57	1.10	58	0.04	1.79	0.08	0.22	0.11	1.50	99.97	8.80	200-S8	0.182	0.009	2.10	54.63	0.027	0.87	0.02	12.64	2.20
70	18B	18								0.52		0.52	0.52	27	0.02	2.59	0.05	0.10	0.05	1.50	104.23	5.00	200-S8	0.182	0.009	1.68	41.17	0.038	0.72	0.03	14.29	1.71
71	18	19								0.52		0.52	0.52	27	0.02	1.79	0.04	0.10	0.05	1.50	99.14	3.70	200-S8	0.182	0.009	2.20	57.36	0.028	0.88	0.02	12.09	2.23
72	19	20								0.52		0.52	0.52	27	0.02	1.70	0.04	0.10	0.05	1.50	104.20	10.80	200-S8	0.182	0.009	2.33	60.53	0.025	0.93	0.02	12.09	2.41
73	20	20A								0.52		0.52	0.52	27	0.02	1.70	0.04	0.10	0.05	1.50	100.80	7.00	200-S8	0.182	0.009	1.87	48.72	0.031	0.80	0.02	13.19	1.88
74	20A	20B								0.87		0.87	0.87	46	0.03	2.46	0.09	0.17	0.09	1.50	74.51	4.50	200-S8									

Figura 13

Perfil hidráulico

PAVCO **CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO** MEX SOLUCION

PROYECTO: **DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DEL JABO**

NOTA: 1. Por favor utilice únicamente las casillas que se encuentran en color **ROJO**. 2. Por favor indique si diseña con la cota clave o de batea.

DISEÑO: **ANDREA CARO - ISMAEL CARO**

[Volver al menú](#)

PERFIL HIDRÁULICO

Tramo	Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		V ² /2g	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO							
		Super	Infer	Super	Infer		Super	Infer		Super	Infer				L.C/L	HC	0.2 D H _v	H _p	Y _c	0.319Qd/ψ ^{2.5}	H _c	H _e	K	H _w		
10	3B	2A	3,97	190,34	186,37	194,35	187,35		4,01	0,98		190,12	186,15	0,06	0,08	7,06	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
11	2A	6	4,28	186,37	182,09	187,56	183,78		1,19	1,69		186,15	181,87	0,09	0,11	3,79	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
12	6A	6	8,20	190,22	182,02	191,23	183,45		1,01	1,43		190,08	181,88	0,12	0,13	8,82	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
13	6	8	17,85	182,02	164,17	183,67	165,98		1,65	1,81	1	182,87	165,02	0,18	0,20	17,54	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
14	8A	8	0,67	186,38	185,71	188,90	166,67		2,52	0,96		186,19	185,52	0,02	0,05	2,50	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
15	8	13	0,60	181,71	161,11	162,89	162,45		1,18	1,34	1	181,52	160,92	0,02	0,05	0,44					0,03	0,038	0,05	0,00		
16																										
17																										
18	13	13B	9,77	181,11	151,34	162,68	152,58		1,57	1,22	1	181,92	152,15	0,20	0,22	18,64	3				0,04	0,040	0,05	0,00	1,2	0,06
19	13B	14B	2,11	151,34	149,23	152,78	150,89		1,44	1,66		151,15	149,04	0,08	0,10	4,02	3				0,04	0,041	0,05	0,00	1,2	0,06
20	14C	14B	3,31	148,23	144,92	150,23	146,00		2,00	1,08		148,13	144,82	0,05	0,07	3,83	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
21	14B	15B	6,06	144,56	138,50	146,89	140,47		2,33	1,97	1	144,62	138,76	0,12	0,13	6,36	3				0,04	0,054	0,06	0,00	1,2	0,07
22	15C	15B	1,62	140,47	138,85	142,56	140,89		2,09	2,04		140,62	139,20	0,03	0,06	1,65	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
23	15B	16B	14,78	138,95	124,17	139,87	125,78		0,92	1,61	1	138,76	123,98	0,25	0,26	14,30	3				0,05	0,067	0,06	0,00	1,2	0,08
24	16C	16B	1,79	125,87	124,08	126,78	125,96		0,91	1,88		125,88	123,89	0,04	0,06	0,92	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
25	16B	17B	7,31	123,56	118,25	125,42	118,34		1,86	2,09	1	123,76	118,45	0,16	0,19	7,03	3				0,05	0,079	0,07	0,00	1,2	0,08
26	17C	17B	2,47	118,41	115,94	120,45	117,23		2,04	1,29		118,22	115,75	0,06	0,07	4,17	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
27	17B	18B	6,99	115,97	108,98	117,87	110,16		1,90	1,18	1	115,62	108,63	0,17	0,20	7,72	3				0,05	0,091	0,07	0,00	1,2	0,09
28	18C	18B	3,35	111,89	108,54	114,24	109,45		1,01	0,91		107,97	104,62	0,07	0,09	6,43	3				0,05	0,091	0,06	0,00	1,2	0,07
29	18B	19B	11,17	107,90	96,73	112,45	97,85		4,55	1,12	1	107,57	96,40	0,26	0,28	14,65	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
30	19C	19B	5,79	104,47	98,68	109,23	100,12		4,76	1,44		104,17	98,38	0,11	0,12	13,38	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
31	19B	19	3,65	98,57	94,92	99,65	96,67		1,08	1,75	1	98,38	94,73	0,13	0,16	2,86	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
32	3A	3	14,44	211,34	196,90	213,67	198,00		2,33	1,10		211,40	196,96	0,16	0,17	15,19					0,03	0,034	0,04	0,00		
33																										
34	3	1	4,46	211,15	211,30	212,34	212,95		1,19	1,65	1	211,15	206,69	0,07	0,09	-0,81	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
35																										
36	1	4	8,17	208,10	199,93	210,78	201,10		2,68	1,17	1	208,50	200,33	0,12	0,13	9,72	3			0,02	0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
37	6		1,86	207,45	205,59	208,56	206,70		1,11	1,11		207,12	205,26		0,02	1,80	3				0,03	0,034	0,04	0,00	1,2	0,05
38	4		12,11	192,36	180,25		181,89			1,64		190,26	178,15	0,16	0,18	-180,29					0,04	0,043	0,05	0,00		

Fuente: autores, 2021



Figura 14

Diseño y revisión de cimentación de tuberías PVC

PAVCO		CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO										Mexichem SOLUCIONES INTEGRALES										
PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DEL JABO NOTA: POR FAVOR UTILICE UNICAMENTE LAS CASILLAS QUE SE ENCUENTRAN EN COLOR ROJO. DISEÑO: ANDREA CARO - ISMAEL CARO <input type="button" value="Volver al menú"/>		Tipo de Relleno a utilizar: Material granular sin cohesión 1 Arena y suelo de cobertura ligeramente húmedo 2 Suelo de cobertura saturado 3 Arcilla saturada 4 Arcilla ligeramente húmeda 5 Arena húmeda 6 Arena común ligeramente húmeda 7 Arena seca 8					Tipo de carga de tráfico: 1 Camión H20 1 2 Camiones H20 2 Autopista 3 Vía férrea 4 Aeropuerto 5 Peatonal 6					Material de cimentación: Roca Partida 1 GW, GP, SW, SP 2 GM, GC, SM, SC 3 ML, ML-CL, CL 4		Grado de Compactación: Suelto 1 <85% 2 85%-95% 3 >95% 4								
DISEÑO Y REVISIÓN DE CIMIENTACION DE TUBERIAS PVC																						
Tramo	Diam Nom mm."	Bd m	D Exterior Bc m	Altura Rell. H m	Pr. Suelo P kg/m ²	Tipo de Relleno	Peso Unitario kg/m ³	Tipo de carga	CI	WL kg/m	Pv kg/m ²	Pt kg/m ²	Pt Critico kg/m ²	DL	K	Rigidez Tubería PSI	E' PSI	Deflexión %<7,5	Cimentación			
De	A																		Material	Compactación		
17	5B	2A	200-S8	0,6	0,20	4,01	1616	1602	1	0,006	43	213	1.829	4.994	1,00	0,10	57	2000	0,54	2	3	
18						2,49	1775	1602		0,015	108	541	2.316									
19						0,98	1933	1602		0,084	612	3.061	4.594									
20						1,19	1938	1602		0,060	434	2.172	4.110									
21	2A	6	200-S8	0,6	0,20	1,44	2310	1602	1	0,042	307	1.533	3.843	4.110	1,00	0,10	57	2000	0,45	2	3	
22						1,69	2714	1602		0,031	227	1.135	3.849									
23						1,01	1618	1602		0,080	579	2.895	4.513									
24	6A	6	200-S8	0,6	0,20	1,22	1957	1602	1	0,057	415	2.073	4.030	4.513	1,00	0,10	57	2000	0,49	2	3	
25						1,43	2297	1602		0,043	310	1.550	3.846									
26						1,65	2643	1602		0,033	239	1.193	3.836									
27	6	8	200-S8	0,6	0,20	1,73	2773	1602	1	0,030	218	1.090	3.863	3.903	1,00	0,10	57	2000	0,43	2	3	
28						1,81	2903	1602		0,028	200	999	3.903									
29						2,52	4037	1602		0,015	106	530	4.567									
30	8A	8	200-S8	0,6	0,20	1,74	2786	1602	1	0,030	216	1.081	3.866	4.703	1,00	0,10	57	2000	0,51	2	3	
31						0,96	1534	1602		0,087	634	3.169	4.703									
32						1,18	1890	1602		0,061	441	2.205	4.096									
33	8	13	200-S8	0,6	0,20	1,26	2022	1602	1	0,054	391	1.955	3.977	4.096	1,00	0,10	57	2000	0,45	2	3	
34						1,34	2153	1602		0,048	349	1.744	3.897									
35								1602														
36								1602														
37								1602														
38						1,57	2515	1602		0,036	282	1.309	3.824									
39	13	13B	200-S8	0,6	0,20	1,40	2235	1602	1	0,045	326	1.629	3.864	4.032	1,00	0,10	57	2000	0,44	2	3	
40						1,22	1955	1602		0,057	415	2.077	4.032									
41						1,44	2307	1602		0,042	307	1.537	3.844									
42	13B	14B	200-S8	0,6	0,20	1,55	2486	1602	1	0,037	288	1.338	3.824	3.844	1,00	0,10	57	2000	0,42	2	3	
43						1,66	2666	1602		0,032	235	1.174	3.840									
44						2,00	3204	1602		0,023	166	828	4.032									
45	14C	14B	200-S8	0,6	0,20	1,54	2470	1602	1	0,037	271	1.355	3.824	4.300	1,00	0,10	57	2000	0,47	2	3	
46						1,08	1735	1602		0,071	513	2.565	4.300									
47						2,33	3733	1602		0,017	123	617	4.350									
48	14B	15B	200-S8	0,6	0,20	2,15	3445	1602	1	0,020	144	721	4.165	4.350	1,00	0,10	57	2000	0,47	2	3	
49						1,97	3157	1602		0,023	170	852	4.009									
50						2,09	3348	1602		0,021	152	761	4.109									
51	15C	15B	200-S8	0,6	0,20	2,06	3307	1602	1	0,021	156	779	4.087	4.109	1,00	0,10	57	2000	0,45	2	3	
52						2,04	3266	1602		0,022	160	798	4.064									
53						0,92	1474	1602		0,093	780	3.899	5.373									
54	15B	16B	200-S8	0,6	0,20	1,26	2025	1602	1	0,054	390	1.950	3.975	5.373	1,00	0,10	57	2000	0,59	2	3	
55						1,61	2576	1602		0,035	250	1.252	3.828									
56						0,91	1458	1602		0,095	794	3.971	5.429									
57	16C	16B	200-S8	0,6	0,20	1,39	2234	1602	1	0,045	326	1.630	3.864	5.429	1,00	0,10	57	2000	0,59	2	3	
58						1,88	3011	1602		0,026	186	932	3.944									
59						1,86	2980	1602		0,026	190	951	3.931									
60	16B	17B	200-S8	0,6	0,20	1,97	3161	1602	1	0,023	170	850	4.011	4.106	1,00	0,10	57	2000	0,45	2	3	
61						2,09	3341	1602		0,021	153	764	4.106									

62					2,04	3268		1602		0,022	159	797	4,065								
63	17C	17B	200-S8	0,6	0,20	1,66	2696	1602	1	0,032	235	1.174	3.840				57	2000	0,44	2	3
64						1,29	2064	1602		0,052	377	1.883	3.947	4,065	1,00	0,10					
65						1,90	3044	1602		0,025	183	913	3.957								
66	17B	18B	200-S8	0,6	0,20	1,54	2470	1602	1	0,037	271	1.354	3.824	4,089	1,00	0,10					
67						1,18	1896	1602		0,060	439	2.193	4.089								
68						1,01	1618	1602		0,080	579	2.895	4.513								
69	18C	18B	200-S8	0,6	0,20	0,96	1540	1602	1	0,087	630	3.148	4.688	5,412	1,00	0,10					
70						0,91	1463	1602		0,095	790	3.950	5.412								
71						4,55	7289	1602		0,005	33	166	7.455								
72	18B	19B	200-S8	0,6	0,20	2,83	4538	1602	1	0,012	84	422	4.960	7,455	1,00	0,10					
73						1,12	1787	1602		0,067	487	2.437	4.223								
74						4,78	7626	1602		0,004	30	152	7.777								
75	19C	19B	200-S8	0,6	0,20	3,10	4964	1602	1	0,010	71	354	5.318	7,777	1,00	0,10					
76						1,44	2303	1602		0,042	308	1.542	3.845								
77						1,08	1730	1602		0,071	516	2.578	4.308								
78	19B	19	200-S8	0,6	0,20	1,41	2264	1602	1	0,044	318	1.590	3.855	4,308	1,00	0,10					
79						1,75	2799	1602		0,030	214	1.071	3.870								
80						2,33	3733	1602		0,017	123	617	4.350								
81	3A	3	200-S8	0,6	0,20	1,72	2748	1602	1	0,031	222	1.109	3.857	4,350	1,00	0,10					
82						1,10	1764	1602		0,069	498	2.492	4.256								
83																					
84									1												
85																					
86						1,19	1906	1602		0,060	434	2.172	4.079								
87	5	1	200-S8	0,6	0,20	1,42	2275	1602	1	0,043	315	1.577	3.852	4,079	1,00	0,10					
88						1,65	2643	1602		0,033	239	1.193	3.836								
89																					
90																					
91																					
92						2,68	4293	1602		0,013	94	470	4.764								
93	1	4	200-S8	0,6	0,20	1,93	3084	1602	1	0,025	178	891	3.975	4,764	1,00	0,10					
94						1,17	1874	1602		0,062	448	2.239	4.113								

95						1,11	1778	1602		0,068	491	2.457	4.235								
96	6		200-S8	0,6	0,20	1,11	1779	1602	1	0,068	491	2.454	4.234	4,235							
97						1,11	1781	1602		0,068	490	2.451	4.232								
98								1602													
99	4		200-S8	0,6	0,20	0,82	1311	1602	1	0,113	945	4.725	6.036	6,036							
100						1,64	2622	1602		0,033	242	1.211	3.833								
101																					
102																					
103																					
104								1602													
105			200-S8	0,6	0,20			1602	1												
106								1602													
107								1602													
108			200-S8	0,6	0,20																
109																					
110			200-S8	0,6	0,20																
111																					
112																					
113			200-S8	0,6	0,20																
114																					
115																					
116			200-S8	0,6	0,20																
117																					
118			200-S8	0,6	0,20																
119																					
120			200-S8	0,6	0,20																
121																					
122																					
123			200-S8	0,6	0,20																
124																					
125																					
126			200-S8	0,6	0,20																
127																					

128			200-S8	0,6	0,20																
129																					
130																					
131																					
132			200-S8	0,6	0,20																
133																					
134																					
135			200-S8	0,6	0,20																
136																					
137																					
138			200-S8	0,6	0,20																
139																					
140																					
141			200-S8	0,6	0,20																
142																					
143																					
144			200-S8	0,6	0,20																
145																					
146																					
147			200-S8	0,6	0,20																
148																					
149																					
150			200-S8	0,6	0,20																
151																					
152																					
153			200-S8	0,6	0,20																
154																					
155																					
156			200-S8	0,6	0,20																
157																					
158																					
159			200-S8	0,6	0,20																
160																					

Figura 15

Cantidad de obra

CANTIDADES DE OBRA - DATOS																												
8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2e (m)=		13	14	15	16	17	18	Entibado							
													Sup	Inf							Bd ₁ =Bd+0.2	Volumen Exc	Continuo	Altemado				
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Tramo	De	A	Long m	Diam Nom mm."	D Exterior Bc m	Bd m	Cota Terreno Sup	Cota Terreno Inf	Cota Clave Sup	Cota Clave Inf	Recubrimiento Sup	Recubrimiento Inf	Diam Ext Sup Di+2e	Diam Ext Inf Di+2e	Cámara	Long real tubería m	Volumen tubería m ³	Altura relleno final m	Bd ₁ =Bd+0.2 m	Volumen Exc m ³	Continuo	Altemado						
3B	2A		99,19	200-S8	0,20	0,60	194,35	187,35	190,34	186,37	4,01	0,98	1,2	1,2		98,07	3,08	2,34										
2A	6		99,63	200-S8	0,20	0,60	187,56	183,78	186,37	182,09	1,19	1,69	1,2	1,2		98,52	3,10	1,29										
6A	6		88,21	200-S8	0,20	0,60	191,23	183,45	190,22	182,02	1,01	1,43	1,2	1,2		87,39	2,75	1,07										
6	6		100,86	200-S8	0,20	0,60	183,67	165,98	182,02	164,17	1,65	1,81	1,2	1,2		101,23	3,18	1,58										
6A	6		89,04	200-S8	0,20	0,60	168,90	166,67	166,38	165,71	2,52	0,96	1,2	1,2		87,84	2,76	1,59										
6	13		100,66	200-S8	0,20	0,60	162,89	162,45	161,71	161,11	1,18	1,34	1,2	1,2		99,46	3,12	1,11										
13	13B		54,28	200-S8	0,20	0,60	162,68	152,56	161,11	151,34	1,57	1,22	1,2	1,2		53,95	1,69	1,25										
13B	14B		46,98	200-S8	0,20	0,60	152,78	150,89	151,34	149,23	1,44	1,66	1,2	1,2		45,83	1,44	1,40										
14C	14B		110,44	200-S8	0,20	0,60	150,23	146,00	148,23	144,92	2,00	1,08	1,2	1,2		109,29	3,43	1,39										
14B	15B		101,01	200-S8	0,20	0,60	146,89	140,47	144,56	138,50	2,33	1,97	1,2	1,2		99,99	3,14	2,00										
15C	15B		101,17	200-S8	0,20	0,60	142,56	140,89	140,47	138,85	2,09	2,04	1,2	1,2		99,98	3,14	1,91										
15B	16B		98,52	200-S8	0,20	0,60	139,87	125,78	138,95	124,17	0,92	1,61	1,2	1,2		98,42	3,09	1,11										
16C	16B		89,48	200-S8	0,20	0,60	126,78	125,98	125,87	124,08	0,91	1,88	1,2	1,2		88,30	2,77	1,24										
16B	17B		100,77	200-S8	0,20	0,60	125,42	118,34	123,56	116,25	1,86	2,09	1,2	1,2		99,83	3,14	1,82										
17C	17B		77,14	200-S8	0,20	0,60	120,45	117,23	118,41	115,94	2,04	1,29	1,2	1,2		75,98	2,39	1,51										
17B	18B		99,91	200-S8	0,20	0,60	117,87	110,16	115,97	108,98	1,90	1,18	1,2	1,2		98,95	3,11	1,39										
18C	18B		74,51	200-S8	0,20	0,60	114,24	109,45	111,89	108,54	2,35	0,91	1,2	1,2		73,39	2,31	1,48										
18B	19B		99,69	200-S8	0,20	0,60	112,45	97,85	107,90	96,73	4,55	1,12	1,2	1,2		99,11	3,11	2,68										
19C	19B		68,09	200-S8	0,20	0,60	109,23	100,12	104,47	98,68	4,76	1,44	1,2	1,2		67,14	2,11	2,95										
19B	19		104,20	200-S8	0,20	0,60	99,65	96,67	98,57	94,92	1,08	1,75	1,2	1,2		103,06	3,24	1,26										
3A	3		103,15	200-S8	0,20	0,60	213,67	198,00	211,34	196,90	2,33	1,10	1,2	1,2		102,96	3,23	1,57										
3	1		99,20	200-S8	0,20	0,60	212,34	212,95	211,15	211,30	1,19	1,65	1,2	1,2		98,00	3,08	1,27										
1	4		99,63	200-S8	0,20	0,60	210,78	201,10	208,10	199,93	2,68	1,17	1,2	1,2		98,76	3,10	1,78										
6	4		103,42	200-S8	0,20	0,60	208,56	206,70	207,45	205,59	1,11	1,11	1,2	1,2		102,24	3,21	0,98										
4	7		100,89	200-S8	0,20	0,60		181,89	192,36	180,25	-192,36	1,64	1,2	1,2		100,41	3,15	-95,51										
7	10		100,78	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		99,58	3,13	-0,15										
13	10		104,04	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		102,84	3,23	-0,15										
10	10A		56,27	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		55,07	1,73	-0,15										
13B	10A		103,35	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		102,15	3,21	-0,15										
10A	14		44,82	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		43,62	1,37	-0,15										
14B	14D		51,76	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		50,56	1,59	-0,15										
14D	14		52,24	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		51,04	1,60	-0,15										
14	15		98,68	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		97,48	3,06	-0,15										
3	3C		101,81	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		100,61	3,16	-0,15										
3C	2		99,00	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		97,80	3,07	-0,15										
1	2		102,01	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		100,81	3,17	-0,15										
2	5		101,22	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		100,02	3,14	-0,15										
4	5		101,84	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		100,64	3,16	-0,15										
5	9		99,52	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		98,32	3,09	-0,15										
7	9		101,79	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		100,59	3,16	-0,15										
9	11		100,42	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		98,22	3,12	-0,15										
10	11		101,83	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		100,63	3,16	-0,15										
11	14A		101,10	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		99,90	3,14	-0,15										
14	14A		101,81	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		100,61	3,16	-0,15										
14A	15A		98,40	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		97,20	3,05	-0,15										
15A	15		101,46	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		100,26	3,15	-0,15										
15	16		100,95	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		99,75	3,13	-0,15										
16B	16		104,13	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		102,93	3,23	-0,15										
16	17		99,93	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		98,73	3,10	-0,15										
17B	17		104,65	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		103,45	3,25	-0,15										
17	18		99,97	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		98,77	3,10	-0,15										
18B	18		104,23	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		103,03	3,24	-0,15										
18	19		99,74	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		98,54	3,10	-0,15										
19	20		104,20	200-S8	0,20	0,60							1,2	1,2		103,00	3,24	-0,15										

Fuente: autores 2021

64	15	16	2	0,20	0,75	1	0,51	20,95	13,40
65	16B	16	2	0,20	0,75			21,62	13,82
66	16	17	2	0,20	0,75	1	0,51	20,73	13,26
67	17B	17	2	0,20	0,75			21,72	13,89
68	17	18	2	0,20	0,75	1	0,51	20,74	13,26
69	18B	18	2	0,20	0,75			21,64	13,84
70	18	19	2	0,20	0,75	1	0,51	20,69	13,23
71	19	20	2	0,20	0,75	1	0,51	21,63	13,83
72	20	20A	2	0,20	0,75	1	0,51	20,75	13,27
73	20A	20B	2	0,20	0,75	1	0,51	20,75	13,27
74	20B	20C	2	0,20	0,75	1	0,51	20,74	13,26
75									
76									
77									
78									
79									
80									
81									
82									
83									
84									
85									
86									
87									
88									
89									
90									
91									
92									
93									
94									
95									
96									
97									

Fuente: autores 2021

Figura 17

Cantidad de obra total

2	PROYECTO: <u>DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DEL JABO</u>	Tipo de rasante
3		1 Pavimento Material de cimentación y relleno
4	DISEÑO: <u>ANDREA CARO - ISMAEL CARO</u>	2 Afirmado 1 Roca Partida
5	Volver al menú	3 Relleno 2 GW,GP,SW,SP
6		4 Andén 3 GM,GC,SM,SC
7		5 Zona Verde 4 ML,ML-CL,CL
8		
9		
10	CANTIDADES DE OBRA - TOTALES	
11	Totales Cantidades de obra	
12	Actividad	Unidad Cantidad
13	Volumen de excavación tubería	m ³ -2365,88
14	Volumen de excavación estructuras	m ³ -141,37
15	Volumen relleno 4 o proveniente de excavación	m ³
16	Volumen relleno 3	m ³
17	Volumen relleno 2	m ³ 710,62
18	Volumen relleno 1	m ³
19	Volumen relleno subbase	m ³
20	Volumen relleno base	m ³
21	Volumen relleno pavimento	m ³
22	Volumen material retiro	m ³ -2507,25
23	Longitud cilindro e=	m -132,29
24	Area interior cámaras	m ² -498,72
25	No de Cámaras	
26	1,2	un 44,00
27	1,5	un
28	2,0	un
29	Entibado	
30	Volumen de excavación	m ³
31	Area entibado continuo	m ²
	Area entibado alternado	m ²

Fuente: autores, 2021

Figura 18

Cantidad de tubería

3 PROYECTO: DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DEL JABO

4

5 DISEÑO: ANDREA CARO - ISMAEL CARO

6

7

8

9 **CANTIDADES DE TUBERIA**

10

11

12 **CANTIDADES TRAMOS**

De	A	Diam Nom mm."	Long real	Material	Tubería	# Tubos
3B	2A	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,51 m
2A	6	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,96 m
6A	6	200-S8	88	PVC	NOVAFORT	14 tubos y 5,58 m
6	8	200-S8	102	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,78 m
8A	8	200-S8	88	PVC	NOVAFORT	15 tubos y 0,16 m
8	13	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,02 m
13	13B	200-S8	54	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 1,54 m
13B	14B	200-S8	46	PVC	NOVAFORT	7 tubos y 5,17 m
14C	14B	200-S8	110	PVC	NOVAFORT	18 tubos y 3,97 m
14B	15B	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,55 m
15C	15B	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,54 m
15B	16B	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,86 m
16C	16B	200-S8	89	PVC	NOVAFORT	15 tubos y 0,61 m
16B	17B	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,39 m

15

Tubería	(Todas)
CANTIDAD TOTAL	
Suma de Long	Material
Diam Nom .X	

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

Menu Pluvial Sanitario perfil cimentación cant obra-datos cant obra-tramos cant obra-Total **cant tubería Total** Formulas PVC

30	17C	17B	200-S8	76	PVC	NOVAFORT	13 tubos y 0,05 m
31	17B	18B	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,39 m
32	18C	18B	200-S8	74	PVC	NOVAFORT	12 tubos y 3,34 m
33	18B	19B	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,55 m
34	19C	19B	200-S8	68	PVC	NOVAFORT	11 tubos y 2,97 m
35	19B	19	200-S8	104	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 3,62 m
36	3A	3	200-S8	103	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 3,51 m
37							
38	3	1	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,44 m
39							
40	1	4	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,20 m
41	6	4	200-S8	103	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 2,79 m
42	4	7	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,97 m
43							
44	7	10	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,14 m
45	13	10	200-S8	103	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 3,40 m
46	10	10A	200-S8	56	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 2,66 m
47	13B	10A	200-S8	103	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 2,71 m
48	10A	14	200-S8	44	PVC	NOVAFORT	7 tubos y 2,97 m
49	14B	14D	200-S8	51	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 4,03 m
50	14D	14	200-S8	52	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 4,51 m
51	14	15	200-S8	98	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 3,92 m
52	3	3C	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,17 m
53	3C	2	200-S8	98	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,24 m
54	1	2	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,37 m
55	2	5	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,58 m
56	4	5	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,20 m
57	5	9	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,76 m
58	7	9	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,15 m
59	9	11	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,66 m

62	14	14A	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 1,17 m
63	14A	15A	200-S8	98	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 3,64 m
64	15A	15	200-S8	101	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,82 m
65	15	16	200-S8	100	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 0,31 m
66	16B	16	200-S8	103	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 3,49 m
67	16	17	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,17 m
68	17B	17	200-S8	104	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 4,01 m
69	17	18	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,21 m
70	18B	18	200-S8	104	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 3,59 m
71	18	19	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 4,98 m
72	19	20	200-S8	104	PVC	NOVAFORT	17 tubos y 3,56 m
73	20	20A	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,24 m
74	20A	20B	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,24 m
75	20B	20C	200-S8	99	PVC	NOVAFORT	16 tubos y 5,18 m

Fuente: autores, 2021

11 ANEXOS

Anexo 1

Vista aérea del corregimiento el Jabo





Anexo 2

Disposicion inadecuada del agua residual (cancha principal del corregimiento)



Anexo 3

Institución educativa del corregimiento el Jabo (Escuela Nueva el Jabo)



Anexo 4

Vías del corregimiento el Jabo



Anexo 5

Inspección visual del área



Calles inundadas de aguas negras.

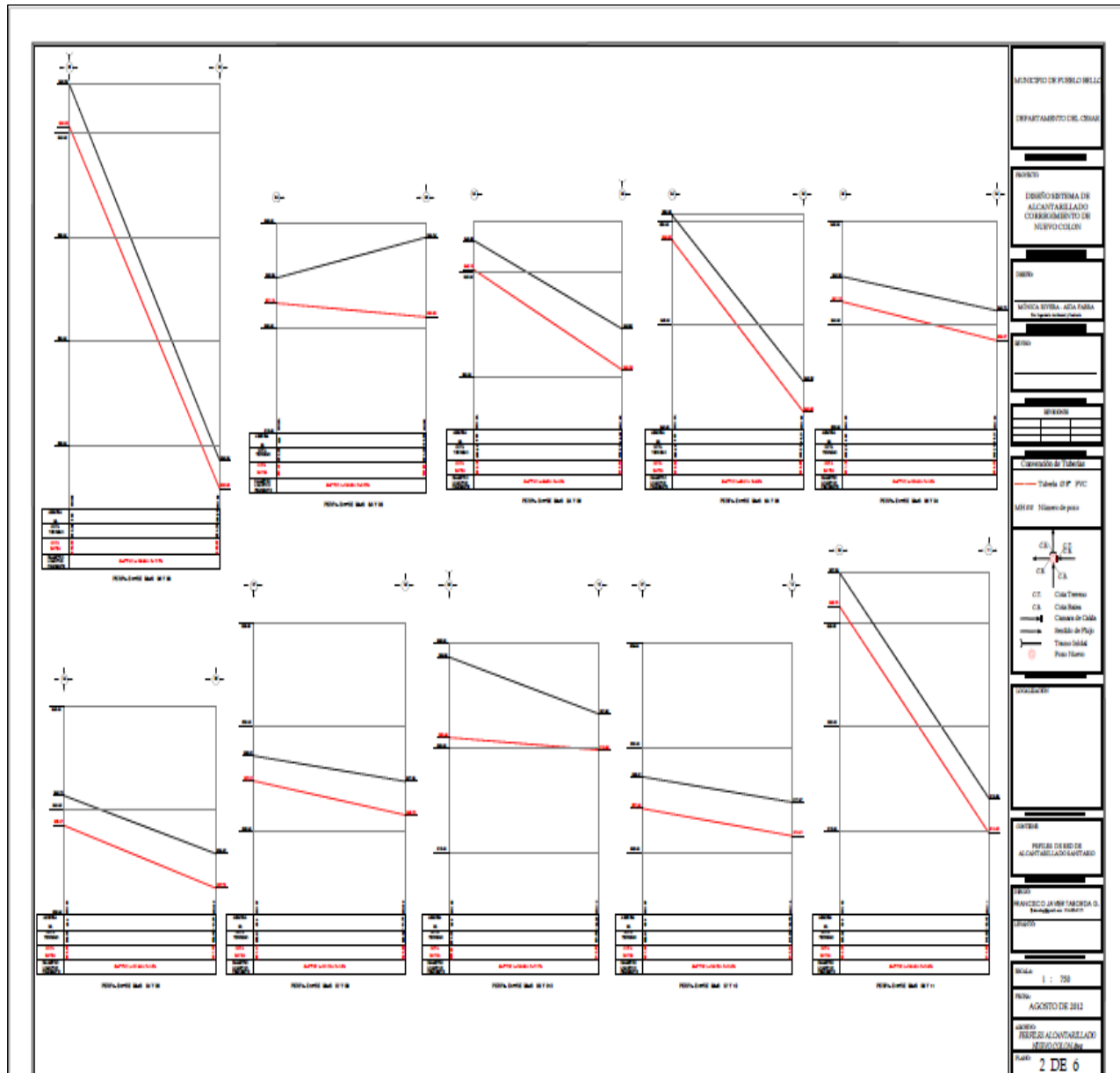


Vertimientos inadecuados de las aguas residuales.



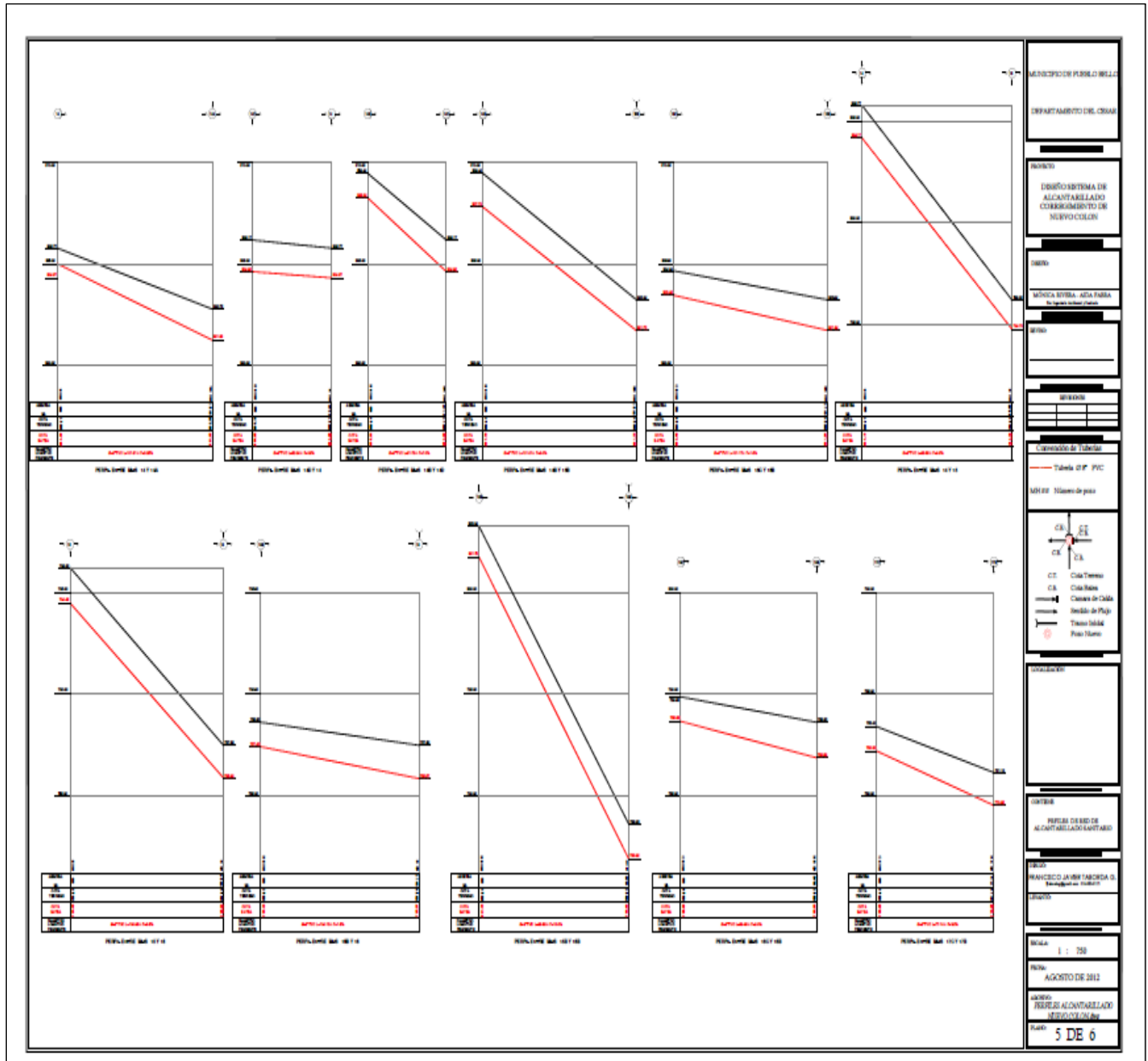
Anexo 7

Perfil II alcantarillado el Jabo



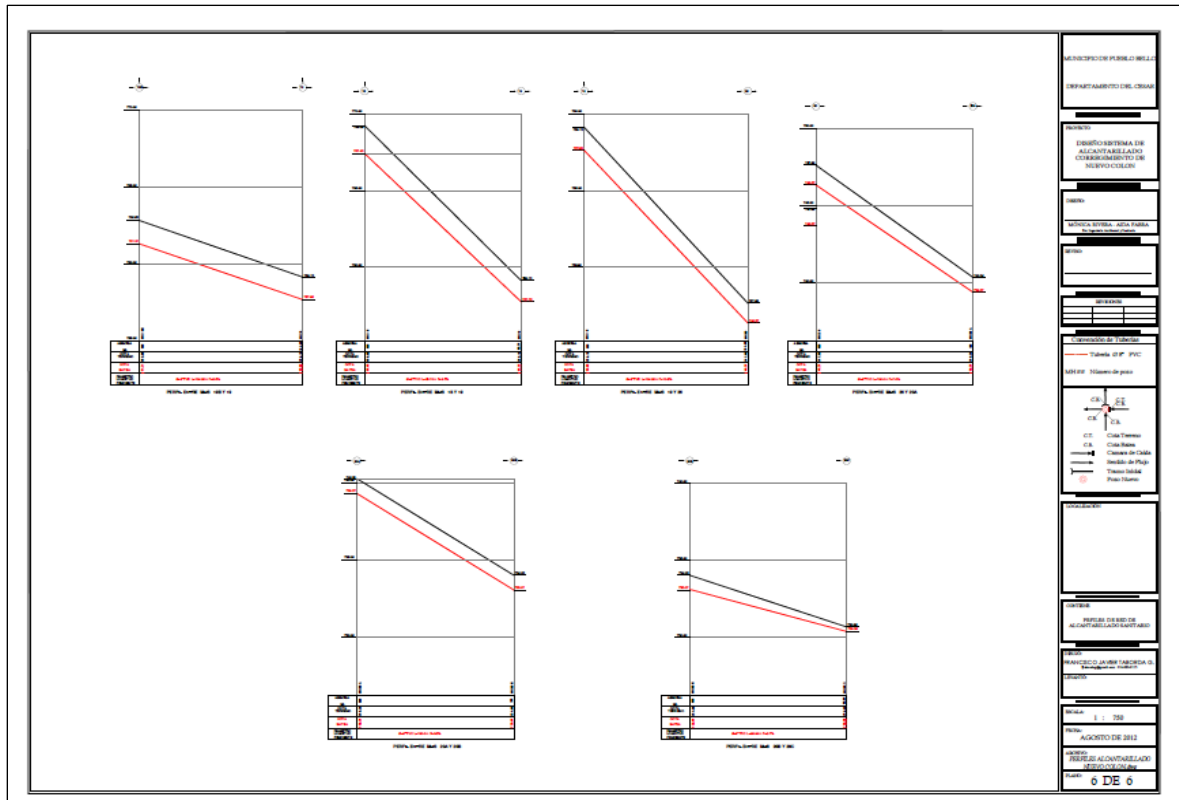
Anexo 10

Perfil V alcantarillado el Jabo

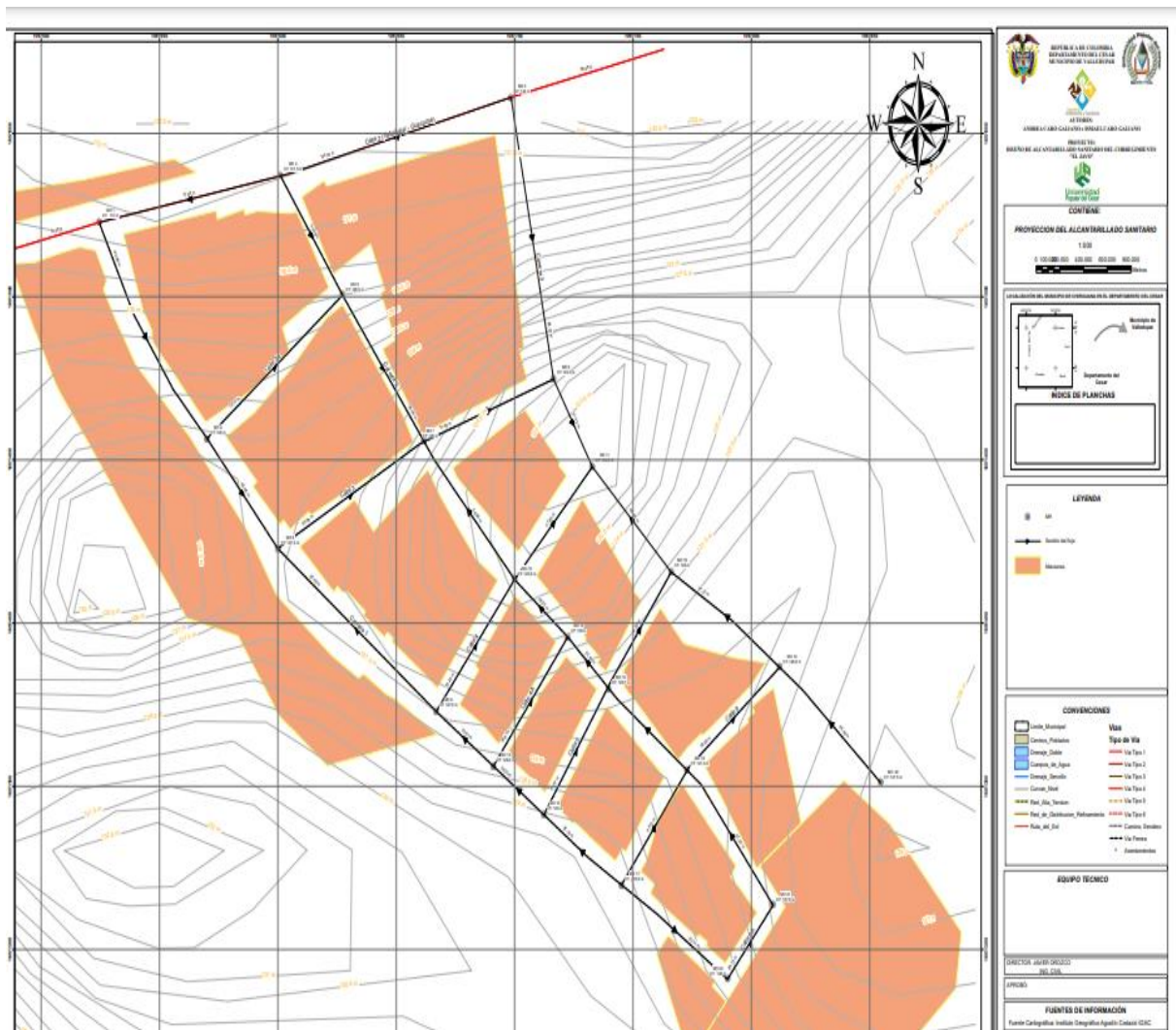


Anexo 11

Perfil VI alcantarillado Nuevo Colon





Anexo 12: Plano del corregimiento el Jabo.



Fuente: autores, 2022

Anexo 13: Encuesta realizada a los habitantes del municipio el Jabo.

	UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR	
TESIS DE GRADO DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL CORREGIMIENTO EL JABO – VALLEDUPAR, CESAR		
NOMBRE:		SEXO: M <input type="radio"/> F <input type="radio"/>
EDAD:		
<ul style="list-style-type: none">• ¿Cuántas personas habitan en su vivienda? _____• ¿En el corregimiento cuentan con un sistema de alcantarillado óptimo? <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO• ¿Conoce la existencia de algún proyecto relacionado con el tratamiento de aguas residuales en su corregimiento? <input type="radio"/> SI <input type="radio"/> NO• ¿Considera que es necesario contar con un sistema de alcantarillado en el cual haya mejora en todo lo relacionado con las aguas residuales? <input type="radio"/> Sí <input type="radio"/> NO		

- **¿Algún miembro de su familia ha sido afectado por algún tipo de enfermedad que haya provocado la acumulación de aguas residuales?**
 - SI
 - NO

- **¿Considera que los malos olores están relacionados con el vertimiento de aguas residuales?**
 - Si
 - NO.

- **¿Qué tipo de instalación sanitaria utilizan habitualmente los miembros de su hogar?**
 - A: inodoro de descarga
 - B: letrina de fosa
 - C: ninguna de las anteriores

- **¿Dónde se encuentra ubicada la instalación sanitaria?**
 - A: en la vivienda en la propia
 - B: en el patio o parcela
 - C: en otro lugar

- **¿De estas problemáticas, cuál considera usted qué es la más importante que presenta su corregimiento?**
 - A: Manejo de residuos sólidos
 - B: calidad de aire
 - C: tratamiento de aguas residuales
 - D: contaminación de suelos

Fuente: Autores 2021