

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL  
CORREGIMIENTO DE MINAS DE IRACAL MUNICIPIO DE PUEBLO BELLO -  
CESAR**

**ANDREA CAROLINA OSIAS QUIROZ**



**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR – CESAR**

**2020**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL  
CORREGIMIENTO DE MINAS DE IRACAL MUNICIPIO DE PUEBLO BELLO -  
CESAR**

**ANDREA CAROLINA OSIAS QUIROZ**

**Trabajo de grado presentado para optar el título de  
Ingeniero(a) ambiental y sanitario**

**Director**

**JAVIER OROZCO OSPINO**

**Ingeniero Civil**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA  
VALLEDUPAR**

**2020**

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
3. JUSTIFICACIÓN .....	4
4. OBJETIVOS .....	6
4.1 OBJETIVO GENERAL .....	6
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
5. MARCO REFERENCIAL .....	7
5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION .....	7
5.2 MARCO TEORICO .....	10
5.3 MARCO CONCEPTUAL .....	19
5.4 MARCO CONTEXTAL: .....	24
5.5 MARCO LEGAL: .....	31
5.6 MARCO INSTITUCIONAL: .....	32
6 MARCO METODOLOGICO .....	34
6.1 TIPO DE INVESTIGACION .....	34
6.2 POBLACION.....	34
6.3 DESARROLLO METODOLOGICO.....	34
6.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	38
7 TRABAJO DE INGENIERIA .....	38
7.1 Proyección de la población .....	38
7.2 Período de planeamiento o de diseño. ....	44
8 PARAMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED DE RECOLECCION Y EVACUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES. ....	44
8.1 CAUDALES DE DISEÑO.....	45
8.2 PARÁMETROS DE DISEÑO .....	54
9 DISEÑO HIDRÁULICO RED DE RECOLECCION .....	64
9.1 DESCRIPCIÓN DEL LIBRO DE CÁLCULOS PARA LAS REDES .....	64
9.2 POBLACIÓN:.....	66
9.3 TRAMO:.....	66

9.4	ÁREA TRIBUTARIA.....	66
9.5	DISEÑO HIDRÁULICO .....	67
9.6	PERFIL HIDRÁULICO .....	70
10	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS.....	74
11	DISEÑO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO .....	76
11.1	TRAMPAS DE GRASAS:.....	76
11.2	TANQUE SÉPTICO .....	76
11.3	FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE: .....	77
11.4	CAMPO DE INFILTRACIÓN.....	80
11.5	GESTIÓN DE LODOS .....	84
12	CONCLUSIONES .....	85
13	RECOMENDACIONES .....	86
14	BIBLIOGRAFIA .....	87

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Proceso de tratamiento de aguas residuales.....	1
<b>Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 2: Relación de establecimientos educativos en la zona rural .....	29
Tabla 3: Métodos de cálculos permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población .....	39
Tabla 4: Proyección de la población para Minas de Iracal.....	42
Tabla 5: Asignación del nivel de complejidad .....	43
Tabla 6: Prioridad de inversión según la disponibilidad del servicio .....	43
Tabla 7: Periodo del diseño según el NCS .....	44
Tabla 8: Dotación neta máxima por habitantes según la altura sobre el nivel del mar en la zona atendida .....	46
Tabla 9: Coeficiente de retorno de aguas servidas domesticas .....	47
Tabla 10: Contribuciones institucionales .....	48
Tabla 11: Aportes por infiltración en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales .....	49
Tabla 12: Máximo factor de Mayoración de acuerdo con la población servida...	51
Tabla 13: Cálculo de caudales .....	53
Tabla 14: profundidades a las cotas claves del colector.....	56
Tabla 15: Diámetro interno mínimo de estructuras de conexión.....	61
Tabla 16: Características de las tuberías disponibles .....	69
Tabla 17: Prueba de percolación o infiltración.....	81
Tabla 18: Valores de carga hidráulica y absorción .....	82

## **LISTAS DE FIGURAS**

Figura 1: Modelo perpendicular .....	17
Figura 2: Modelo radial .....	17
Figura 3: Modelo de interceptores .....	18
Figura 4: Modelo de abanico .....	18
Figura 5: Localización en el departamento .....	24
Figura 6: Municipio de Pueblo Bello, Cesar .....	24
Figura 7: Organigrama de la alcaldía de Pueblo Bello .....	33
Figura 8: Indicadores demográficos .....	41
Figura 9: Esquema de la hoja menú .....	64
Figura 10: Selección del tipo de alcantarillado .....	65
Figura 11: Tipo de contribución .....	65
Figura 12: Datos de población .....	66
Figura 13: Selección del tipo de diseño .....	70
Figura 14: Especificación del tipo del rasante .....	71
Figura 15: Sistema séptico domiciliario .....	78
Figura 16: Capacidad del sistema séptico .....	78
Figura 17: Diagrama del funcionamiento del sistema séptico domiciliario .....	79

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1: Cálculos hidráulicos de la red del alcantarillado sanitario .....	90
Anexo 2: Diseño y revisión de cimentación de tubería PVC .....	96
Anexo 3: Cantidad obra .....	102
Anexo 4: Cantidad de obra .....	105
Anexo 5: Cantidad de obra total .....	108
Anexo 6: Cantidad de tubería por tramo .....	109
Anexo 7: Presupuesto de obra .....	112
Anexo 8: Planos .....	116
Anexo 9: Registro fotográfico .....	120

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad las redes de alcantarillado son consideradas uno de los servicios básicos e indispensables para una comunidad. Actualmente en el territorio Colombiano existe un gran déficit en la infraestructura de los sistemas de saneamiento básico, debido al incremento poblacional y a las condiciones medioambientales que presenta dicha comunidad.

El presente documento corresponde a un proyecto, de estudios y diseño de Alcantarillado Sanitario, desarrollado para la población del corregimiento de Minas de Iracal en el municipio de Pueblo Bello- Cesar.

El proyecto se elaboró realizando una investigación del tema y de las normas existentes actualmente, y recopilando información del corregimiento. Por último se definieron unos criterios técnicos y económicos que permitieron comparar todas las alternativas posibles para la red de distribuciones del municipio, a partir de los datos de campo, y las condiciones geológicas, urbanísticas, demográficas (poniendo énfasis especial en los casos de etnias minoritarias) y de consumo de la población que se va a abastecer.

Los diseños, análisis, diagnósticos y soluciones aquí expuestas se elaboraron con base en lo estipulado en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS-2017 y la Resolución 0330 del 8 de Junio de 2017, que lo complementa y modifica, con el fin de proveer a la población de la mejor alternativa de alcantarillado sanitario.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El acceso a soluciones de alcantarillado y el tratamiento de las aguas residuales es un factor importante en la salud y la calidad de vida de la población; en el país hay una gran cantidad de municipios que vierten las aguas residuales a las fuentes de agua más cercanas, sin hacerles ningún tipo de tratamiento que disminuya el impacto ambiental. Esto representa una amenaza para la salud de la población, en especial de los municipios que obtienen el agua para consumo humano de las mismas fuentes donde se descargan aguas residuales.<sup>1</sup>

El corregimiento de Minas de Iracal, ubicado en el Municipio de Pueblo Bello (Cesar) posee servicio de acueducto, pero el tratamiento de potabilización es nulo; así mismo, no cuenta con el servicio de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales generadas.

La población no dispone de un sistema de alcantarillado para las aguas servidas provenientes de las actividades domésticas y de las necesidades humanas, siendo estas depositadas en letrinas y pozas sépticas, las cuales no han sido diseñadas con los criterios y estudios pertinentes dado que fueron construidas por habitantes de la comunidad. Por lo anterior, se causa una degradación de los recursos hídricos subterráneos y el suelo debido a la infiltración de contaminantes y patógenos cuando las cantidades de aguas lluvias saturan los campos de drenaje, en el caso de las pozas sépticas; además hay que tomar en cuenta que el periodo de uso de las letrinas es corto. También contaminan el suelo y dan paso a la proliferación de bacterias, moscas, cucarachas y otros insectos que sirven de vectores para la propagación de enfermedades. Adicionalmente, la disposición de las excretas a cielo abierto genera malos olores, mal aspecto y deterioran el paisaje, además de poner en riesgo la salud.

---

<sup>1</sup>UNICEF, P. G. (2006). *El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo*. Obtenido de <https://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>

Por todo lo anterior, existe la necesidad actual de generar un diseño adecuado de las redes de alcantarillado, además de que por ley se está en la obligación de cumplir con la dotación de esta necesidad. Con una previa investigación o colaboración del municipio para identificar factores como la población, la topografía y la hidrografía de la zona, se parte para el desarrollo del alcantarillado, con el fin de dar respuesta a la problemática de ¿Cuál es el diseño óptimo para la red de alcantarillado sanitario? y ¿Qué sugerencia se le aportará a la comunidad para tener unas mejores condiciones ambientales?

### **3. JUSTIFICACIÓN**

El corregimiento de Minas de Iracal en el municipio de Pueblo Bello (Cesar), necesita del sistema de alcantarillado de aguas residuales. Con el presente proyecto de grado, se promueve el diseño del alcantarillado de aguas residuales sin arrastre de sólidos (ASAS), con el fin de solventar uno de los tantos casos que se dan en nuestro país y que a su vez representa una necesidad básica de los habitantes.

Otra de las mayores preocupaciones en nuestro país es la contaminación del agua debido a descargas de desechos domésticos directamente a los recursos hídricos sin previo tratamiento, por lo cual se diseña una alternativa de planta de tratamiento. Con lo anterior, se contribuye a no seguir destruyendo los recursos hídricos y sus ecosistemas que existen en la zona, descargando la menor cantidad posible de contaminantes a la cuenca del río Ariguaní.

Al diseñar el sistema de alcantarillado de aguas negras se evitará el uso de letrinas y fosa séptica, la infiltración de patógenos y contaminantes directos al suelo, que conlleva al deterioro de los mantos acuíferos.

Con los resultados que se esperan alcanzar serán beneficiados los habitantes del corregimiento de Minas de Iracal, debido a que se cumple con una etapa necesaria para la posterior construcción de un sistema de alcantarillado sanitario y tratamiento de aguas servidas, lo cual permitirá mejorar la calidad de vida de la población al reducir la contaminación en las aguas que contienen sustancias con desechos humanos, restos de comidas, aceites, jabones y químicos a un nivel que la naturaleza pueda asimilar y manejar.

Con este proyecto se efectúa un primer paso para dar cumplimiento a lo plasmado en la Constitución Política de Colombia, dado que acceder a este servicio es un derecho fundamental de toda persona porque está relacionada con la protección

de la salud y al derecho de las personas de vivir dignamente. Así mismo, se verán reflejados resultados positivos en otros aspectos relacionados con el desarrollo económico de la comunidad por la valorización de las viviendas al contar con un servicio público indispensable y la generación de una fuente de empleo transitoria en la etapa de construcción.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario para el corregimiento de Minas de Iracal municipio de Pueblo Bello- Cesar

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Evaluar las contribuciones de aguas residuales de la población.
- Realizar el diseño óptimo de la red de alcantarillado para la topografía de la zona, según las especificaciones técnicas del Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017.
- Plantear un diseño alternativo de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas que sean factibles de acuerdo con las condiciones específicas de la población.
- Plantear alternativas para una mejor recolección de las aguas servidas y una buena disposición hasta su emisario final.
- Elaborar el presupuesto del costo de la obra.

## **5. MARCO REFERENCIAL**

### **5.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION**

- **Cristian Fernando Córdoba Cataño -2013- Diseño de la red de alcantarillado del barrio centro poblado Pasoancho situado en el municipio de Zipaquirá:**

El proyecto de grado designado como “optimización de la red de alcantarillado del barrio centro poblado Pasoancho situado en el municipio de Zipaquirá”, se tomó el compromiso de aportar al barrio ya nombrado un diseño de alcantarillado sanitario y pluvial con las normativas que da el RAS 2000. Como ejemplo entre las principales normas que se pueden encontrar es el que tiene que ser un alcantarillado separado para evitar la combinación de aguas servidas y aguas lluvias, normas como esta se tendrá en cuenta para así mejorar las condiciones de vida de la población y evitar futuras problemáticas como las mencionadas.

En este trabajo se encuentran los diseños óptimos del alcantarillado sanitario y pluvial con sus correspondientes memorias de cálculos, presupuesto del proyecto y plan de manejo ambiental.

- **Jenny Mercedes Alfaro Melgar, José Luis Carranza Cisneros, Ítalo González Reyes -2012- Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, aguas lluvias y planta de tratamiento de aguas residuales para el área urbana del municipio de san isidro, departamento de cabañas (El Salvador):**

En este trabajo de graduación se presentaron propuestas de diseño de alcantarillado de aguas lluvias, alcantarillado de aguas negras y planta de tratamiento de aguas residuales para la zona urbana del municipio de San Isidro.

Inicialmente se detallaron las condiciones geográficas, climatológicas y poblacionales, entre otras características del municipio de San Isidro. Luego se

presentó la teoría sobre los diseños de los sistemas de alcantarillado sanitario y aguas lluvias.

Se presentaron además los diseños de los sistemas de alcantarillado de aguas lluvias y aguas negras para el área urbana del municipio de San Isidro, especificaciones técnicas, planos y detalles constructivos así como el presupuesto de cada alternativa.

También se presentaron dos propuestas para el tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico, sus especificaciones técnicas, planos y detalles constructivos, y presupuesto para cada una de las alternativas.

Para sectores que no son cubiertos por el sistema de alcantarillado de aguas negras, se presentaron tres alternativas para el tratamiento y disposición de las aguas residuales, el uso de fosas sépticas, letrina de tipo abonera seca familiar y letrina solar.

Se presentaron también las conclusiones y recomendaciones de este trabajo de graduación.

- **Mayra Alejandra Padilla Santamaría – 2009- Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de la mesa – cesar:**

El corregimiento de La Mesa, ubicado en el departamento del Cesar, necesita del sistema de alcantarillado de aguas residuales. En este proyecto de grado se promueve el diseño del alcantarillado el cual se realizó para ayudar a reducir al máximo los riesgos que se puedan presentar en el futuro, como son enfermedades o problemas de salubridad que afecten la calidad de vida de los habitantes.

El diseño y la realización del mismo, fue de gran importancia ya que este proyecto va a beneficiar a una comunidad en la que se encontró personas de todo tipo; desde niños hasta ancianos una vasta comunidad indígena, a los cuales se les puede ofrecer mejores condiciones de vida.

El objeto del estudio del proyecto fue la realización del diseño del alcantarillado sanitario y pluvial, al igual que la elaboración del presupuesto y programación de la obra en el Corregimiento de La Mesa (Cesar) y de esta manera suplir las necesidades de saneamiento básico para el corregimiento.

- **Julian Alberto Barriga Barriga, Oscar Andrés Plazas Roldan, Wilson Javier Rivera Gómez -2006- Diseño de alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable, programación y presupuesto de obra para el barrio Villa Carol ubicado en el municipio de Garzón (Huila):**

Este proyecto tuvo como fin el diseño del Alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable, programación y presupuesto de obra para el barrio Villa Carol ubicado en el municipio de Garzón (Huila).

Se diseñó a partir de un análisis geográfico, económico y social de la zona de influencia, importante para determinar las necesidades del proyecto en un área específica.

Para el desarrollo integral de este proyecto se hizo necesario describir los parámetros y especificaciones que deben aplicarse para el diseño del Alcantarillado sanitario, red de distribución de agua potable por el RAS 2000 (Reglamento técnico del sector de agua potable y de saneamiento básico), al igual que la normatividad manejada por el P.O.T (Plan de ordenamiento territorial), del municipio de Garzon Huila.

## **5.2 MARCO TEORICO**

**Fuentes de aguas residuales:** Son aguas producidas en residencias, establecimientos comerciales e institucionales residuos líquidos evacuados por industrias, y cualquier agua subterránea superficial o de lluvia que llegue a las alcantarillas. La primera es conocida como agua residual sanitaria; la segunda agua residual comercial, mientras que la tercera comprende infiltración. Las alcantarillas son clasificadas de acuerdo con su uso. Las alcantarillas sanitarias conducen aguas residuales sanitarias, aguas residuales industriales y cualquier agua subterránea, superficial o de lluvia

### **TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES<sup>2</sup>**

Típicamente, el tratamiento de aguas residuales comienza por la separación física inicial de sólidos grandes (basura) de la corriente de aguas domésticas o industriales empleando un sistema de rejillas (mallas), aunque también pueden ser triturados esos materiales por equipo especial; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños muy densos como la arena) seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. A continuación sigue la conversión progresiva de la materia biológica disuelta en una masa biológica sólida usando bacterias adecuadas, generalmente presentes en estas aguas. Una vez que la masa biológica es separada o removida (proceso llamado sedimentación secundaria), el agua tratada puede experimentar procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección, filtración, etc. Este efluente final puede ser descargado o reintroducidos de vuelta a un cuerpo de agua natural (corriente, río o bahía) u otro ambiente (terreno superficial, subsuelo, etc.). Los sólidos biológicos segregados experimentan un tratamiento y neutralización adicional

---

<sup>2</sup> (Manual de saneamiento, Vivienda, Agua y Desechos. Cap. Tratamiento de Aguas Negras. )

antes de la descarga o reutilización apropiada. Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

**Tratamiento primario** (asentamiento de sólidos)

**Tratamiento secundario** (tratamiento biológico de la materia orgánica disuelta presente en el agua residual, transformándola en sólidos suspendidos que se eliminan fácilmente)

**Tratamiento terciario** (pasos adicionales como lagunas, micro filtración o desinfección)

**Tabla 1.** Proceso de tratamiento de aguas residuales

	SE UTILIZAN	PARA
<b>TRATAMIENTO PRIMARIO</b>	Rejillas cribas Trituradores mecánicos	Remover materia gruesa flotante y en suspensión
	Tanques de flotación o Desarenadores tanques sedimentadores	Remover grasas y aceites
	Desarenadores tanques sedimentadores de acción simple, química Tanque séptico Tanque Imhoff	Remover materias sedimentables
<b>TRATAMIENTO SECUNDARIO</b>	Bombas y tuberías para irrigación superficial Tanques con arena	Remover y estabilizar materia por dispersión y filtración verdadera
	Lechos de contacto sobre piedra y madera Filtros rociadores Lodos activados	Remover y estabilizar materia en condiciones aerobias y mediante contacto con organismos vivos
<b>PROCESOS COMPLEMENTARIOS</b>	Digestores Calentadores	Acondicionar los lodos
	Precipitadores Lechos de secado Incineradores	Disponer finalmente los lodos

**Fuente:** <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/608/5/98100.pdf>

**Fluctuaciones en el flujo de aguas residuales:** Siempre que sea posible se deben hacer controles de flujo en las alcantarillas existentes con el fin de determinar variaciones reales. Los medidores de registro se pueden conseguir o ser ideados para determinar la profundidad en la alcantarilla del emisor final o en el colector principal de un sector de la comunidad para diseñar un sistema para un municipio o un sector de una ciudad que no tiene alcantarillado, se debe hacer un estimativo de las fluctuaciones esperadas en el flujo.

### **SISTEMAS DE ALCANTARILLADO<sup>3</sup>**

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: *convencionales* o *no convencionales*. Los sistemas de alcantarillado sanitario han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, mantenimiento inadecuado o nulo. *Los sistemas de alcantarillado no convencionales* surgen como una respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control de en los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que éstos pueden tener.

#### **1. Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:**

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

**a) Alcantarillado sanitario:** sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.

---

<sup>3</sup> Agua, C. N. (2009). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. C.P 14210, Tlalpan, México, D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**b) Alcantarillado pluvial:** sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

**Alcantarillado combinado:** conduce simultáneamente las aguas residuales, domesticas e industriales, y las aguas de lluvia.

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

**a) Alcantarillado simplificado:** un sistema de alcantarillado sanitario simplificado se diseña con los mismos lineamientos de un alcantarillado convencional, pero teniendo en cuenta la posibilidad de reducir diámetros y disminuir distancias entre pozos al disponer de mejores equipos de mantenimiento.

**b) Alcantarillado condominiales:** Son los alcantarillados que recogen las aguas residuales de un pequeño grupo de viviendas, menor a una hectárea, y las conduce a un sistema de alcantarillado convencional.

**c) Alcantarillado sin arrastre de sólidos:** Conocidos también como alcantarillados a presión, son sistemas en los cuales se eliminan los sólidos de los efluentes de la vivienda por medio de un tanque interceptor. El agua es transportada luego a una planta de tratamiento o sistema de alcantarillado convencional a través de tuberías de diámetro de energía uniforme y que, por tanto, pueden trabajar a presión en algunas secciones.

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

### **3. Red de atarjeas**

La red de atarjeas tiene por objeto recolectar y transportar las aportaciones de las descargas de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, hacia los colectores e interceptores.

La red está constituida por un conjunto de tuberías por las que son conducidas las aguas residuales captadas.

El ingreso del agua a las tuberías es paulatino a lo largo de la red, acumulándose los caudales, lo que da lugar a ampliaciones sucesivas de la sección de los conductos en la medida en que se incrementan los caudales. De esta manera se obtienen en el diseño las mayores secciones en los tramos finales de la red.

#### **4. Colectores e interceptores**

Son las tuberías que tienen aportación de los colectores y terminan en un emisor, en la planta de tratamiento o en un sistema de reúso.

Por razones de economía, los colectores e interceptores deben ser en lo posible una réplica subterránea del drenaje superficial natural.

#### **Emisores**

Son el conducto que recibe las aguas de uno o varios colectores o interceptores. No recibe ninguna aportación adicional (atarjeas o descargas domiciliarias) en su trayecto y su función es conducir las aguas residuales a la planta de tratamiento o a un sistema de reúso. También se le denomina emisor al conducto que lleva las aguas tratadas (efluente) de la planta de tratamiento al sitio de descarga.

El escurrimiento debe ser por gravedad, excepto en donde se requiere el bombeo para las siguientes condiciones:

- Elevar las aguas residuales de un conducto profundo a otro más superficial, cuando constructivamente no es económico continuar con las profundidades resultantes.
- Conducir las aguas residuales de una cuenca a otra. Entregar las aguas residuales a una planta de tratamiento o a una estructura determinada de acuerdo a condiciones específicas que así lo requieran.

### **Emisores a gravedad**

Las aguas residuales de los emisores que trabajan a gravedad generalmente se conducen por ductos cerrados, o bien por estructuras diseñadas especialmente cuando las condiciones de proyecto (gasto, profundidad, etc.) lo ameritan.

### **Emisores a presión**

Cuando la topografía no permite que el emisor sea a gravedad, en parte o en su totalidad, será necesario recurrir a un emisor a presión. También la localización de la planta de tratamiento o del sitio de vertido, puede obligar a tener un tramo de emisor a bombeo.

En estos casos es necesario construir una estación de bombeo para elevar el caudal de un tramo de emisor a gravedad, a otro tramo que requiera situarse a mayor elevación o bien alcanzar el nivel de aguas máximas extraordinarias del cuerpo receptor, en cuyo caso el tramo de emisor a presión puede ser desde un tramo corto hasta la totalidad del emisor.

El tramo a presión debe ser diseñado hidráulicamente debiendo estudiarse las alternativas necesarias para establecer su localización más adecuada, tipo y clase de tubería, así como las características de la planta de bombeo y la estructura de descarga.

En casos particulares, en los que exista en la localidad zonas sin drenaje natural, se puede utilizar un emisor a presión para transportar el agua residual del punto más bajo de esta zona, a zonas donde existan colectores que drenen por gravedad.

## **Modelos de configuración para colectores, interceptores y emisores**

Para recolectar las aguas residuales de una localidad, se debe seguir un modelo de configuración para el trazo de los colectores, interceptores y emisores el cual fundamentalmente depende de:

- a) La topografía predominante
- b) El trazo de las calles
- c) El o los sitios de vertido
- d) La disponibilidad de terreno para ubicar la planta o plantas de tratamiento.

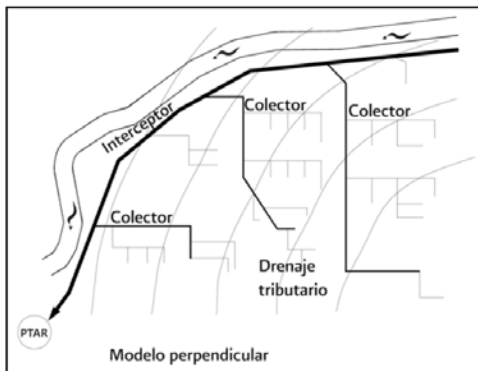
En todos los casos deben de realizarse los análisis de alternativas que se requieran, tanto para definir los sitios y números de bombeos a proyectar, como el número de plantas de tratamiento y sitios de vertido, con objeto de asegurar el proyecto de la alternativa técnico-económica más adecuada, con lo cual se elaboran los planos generales y de alternativas.

A continuación se describen los modelos de configuración más usuales.

### **Modelo perpendicular**

En el caso de una comunidad paralela a una corriente, con terreno con una suave pendiente hacia ésta, la mejor forma de coleccionar las aguas residuales se logra colocando tuberías perpendiculares a la corriente.

**Figura 1** modelo perpendicular



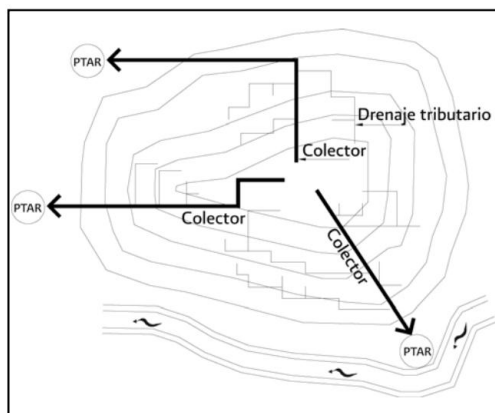
**Fuente:** Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario (Comisión Nacional del Agua)

Adicionalmente debe analizarse la conveniencia de conectar los colectores, con un interceptor paralelo a la corriente, para tener el menor número de descargas.

### Modelo radial

En este modelo las aguas residuales fluyen hacia el exterior de la localidad, en forma radial a través de colectores.

**Figura 2** modelo radial

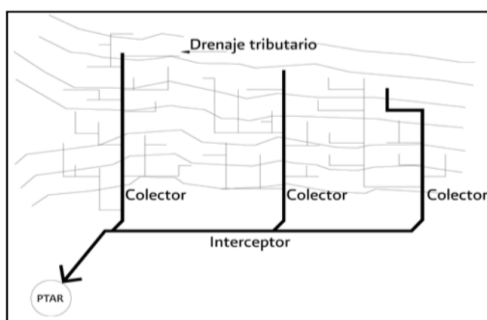


**Fuente:** Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario (Comisión Nacional del Agua)

## Modelo de interceptores

Este tipo de modelo se emplea para recolectar aguas residuales en zonas con curvas de nivel más o menos paralelas, sin grandes desniveles y cuyas tuberías principales (colectores) se conectan a una tubería mayor (interceptor) que es la encargada de transportar las aguas residuales hasta un emisor o una planta de tratamiento

**Figura 3** modelo de interceptores

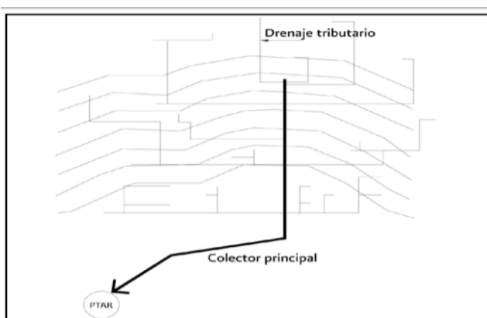


**Fuente:** Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario (Comisión Nacional del Agua)

## Modelo de abanico

Cuando la localidad se encuentra ubicada en un valle, se pueden utilizar las líneas convergentes hacia una tubería principal (colector) localizada en el interior de la localidad, originando una sola tubería de descarga.

**figura 4** modelo de abanico



**fuentes:** Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario (Comisión Nacional del Agua)

### **5.3 MARCO CONCEPTUAL<sup>4</sup>**

**Aguas de infiltración:** Aguas provenientes del subsuelo, indeseables para el sistema separado y que penetran en el alcantarillado.

**Aguas residuales:** Desechos líquidos provenientes de residencias, edificios, locales comerciales, instituciones, fábricas o industrias.

**Aguas residuales comerciales:** Desechos líquidos provenientes de la actividad comercial en las zonas urbanas de municipios y localidades.

**Aguas residuales domésticas – ARD:** Son las procedentes de los hogares, así como las de las instalaciones en las cuales se desarrollan actividades industriales, comerciales o de servicios y que correspondan a: 1. Descargas de los retretes y servicios sanitarios. 2. Descargas de los sistemas de aseo personal (duchas y lavamanos), de las áreas de cocinas y cocinetas, de las pocetas de lavado de elementos de aseo y lavado de paredes y pisos y del lavado de ropa (no se incluyen las de los servicios de lavandería industrial).

**Aguas residuales industriales:** Desechos líquidos provenientes de las actividades industriales.

**Aguas residuales no domésticas – ArnD:** Son las procedentes de las actividades industriales, comerciales o de servicios distintas a las que constituyen aguas residuales domésticas – ARD.

**Alcantarillado:** Conjunto de obras para la recolección, conducción, tratamiento y disposición final de las aguas residuales o de las aguas lluvias.

**Autoridad ambiental competente:** Para efectos del presente documento, se consideran como autoridades ambientales competentes, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, las Corporaciones Autónomas

---

<sup>4</sup> (Ministerio de vivienda, C. y. (2016). RAS TITULO D Sistemas de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales y Aguas Lluvias)

Regionales, Corporaciones de Desarrollo Sostenible, los municipios, distritos o áreas metropolitanas cuya población urbana fuere igual o superior a un millón de habitantes (1.000.000) y las Autoridades Ambientales Distritales a que se refiere la Ley 768 de 2002.

**Cámara de inspección:** Estructura de forma usualmente cilíndrica, que remata generalmente en su parte superior en forma tronco-cónica, y con tapa removible para permitir la ventilación, el acceso y el mantenimiento de las redes de alcantarillado.

**Cámara de succión:** Depósito de almacenamiento de agua en el cual se encuentra la tubería de succión.

**Caudal:** Cantidad de fluido que pasa por determinado elemento en la unidad de tiempo.

**Caudal de diseño:** Caudal para el cual el sistema debe satisfacer los requerimientos hidráulicos.

**Coefficiente de escorrentía:** Relación que existe entre la escorrentía y la cantidad de agua lluvia que cae en una determinada área.

**Coefficiente de fricción:** Coeficiente que representa el efecto de la fricción entre el flujo y la pared del canal o ducto, que depende de la rugosidad relativa de la tubería o canal y el número de Reynolds.

**Coefficiente de pérdida menor:** Medida de las pérdidas de energía que se producen por el paso del flujo en un accesorio o estructura, y que es factor de la altura piezométrica de velocidad.

**Coefficiente de retorno:** Relación que existe entre el caudal medio de aguas residuales y el caudal medio de agua que consume la población.

**Coefficiente de rugosidad:** Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

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

**Conducto:** Estructura hidráulica destinada al transporte de agua.

**Conexión domiciliaria:** Tubería que transporta las aguas residuales y/o las aguas lluvias desde la caja domiciliaria hasta un tramo secundario. Generalmente son de 150 mm de diámetro para vivienda unifamiliar.

**Conexiones erradas:** Contribución adicional de caudal debido al aporte de aguas lluvias en la red de aguas sanitarias y viceversa.

**Consumo:** Volumen de agua potable recibido por el usuario en un periodo determinado.

**Cota de batea:** Nivel del punto más bajo de la sección transversal interna de una tubería o colector.

**Cota clave:** Nivel del punto más alto de la sección transversal externa de una tubería o colector.

**Cuerpo receptor:** Cualquier masa de agua natural o de suelo que recibe la descarga del afluente final.

**DBO:** Demanda bioquímica de oxígeno la cual representa la cantidad de oxígeno consumido por los microorganismos aerobios para asegurar la descomposición de la materia orgánica contenida en el agua que se analizará.

**Diámetro real:** Diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.

**Diámetro nominal:** Es el número con el cual se designa comercialmente el diámetro interno o externo de un tubo o accesorio, aun cuando su valor no coincida con el diámetro real.

**DQO:** Demanda química de oxígeno la cual representa la cantidad necesaria de oxígeno para la oxidación química de la materia orgánica en CO<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>O.

**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 el caso de aguas lluvias pueden ser colectores a cielo abierto.

**Nivel de complejidad del sistema** Rango en el cual se clasifica un proyecto de recolección de aguas residuales y/o lluvias el cual depende del número de habitantes en el centro poblado en estudio, su capacidad económica o el grado de exigencia técnica que se requiera.

**Pendiente:** Inclinación longitudinal de una tubería, canal o conducto.

**PTAR:** Planta de tratamiento de aguas residuales.

**SST:** Sólidos suspendidos totales presentes en una muestra de agua

**Tramos iniciales:** Tramos de colectores domiciliarios que dan comienzo al sistema de alcantarillado.

**Tramo principal o colector principal:** Estructura encargada de recolectar y transportar aguas residuales y/o lluvias, provenientes de las redes secundarias, usualmente paralelos a quebradas.

**Tubería o tubos:** Conducto prefabricado, o construido en sitio, de concreto, concreto reforzado, plástico, polietileno de alta densidad, asbesto-cemento, hierro fundido, gres vitrificado, PVC, plástico con refuerzo de fibra de vidrio, metal

corrugado u otro material cuya tecnología y proceso de fabricación cumplan con las normas técnicas correspondientes. Por lo general su sección es circular.

**Vertimiento:** Descarga final a un cuerpo de agua, a un alcantarillado o al suelo, de elementos, sustancias o compuestos contenidos en un medio líquido.

## 5.4 MARCO CONTEXTUAL

### 5.4.1 ASPECTO FISICOS

#### 5.4.1.1 Descripción y Localización Física

La posición astronómica del municipio se da entre las coordenadas geográficas  $10^{\circ} 27'$  latitud norte y  $73^{\circ} 30'$  longitud oeste de Greenwiich, zona de baja latitud, y se encuentra localizado al Norte del departamento del Cesar y limitando al norte con Valledupar y departamento del Magdalena; al sur con el Municipio de Valledupar; al este con el Municipio de Valledupar y al oeste con el Municipio de El Copey y el departamento del Magdalena.

COORDENADAS:

$10^{\circ}21'42.25''$  N

$73^{\circ}26'51.56''$  O

ELEVACION DE: 259 m



**Figura 5:** Localización en el Dpto



**Figura 6:** Municipio Pueblo Bello

Sus límites son:

Norte: Valledupar y Dpto. del Magdalena

Sur: Valledupar

Este: Valledupar

Oeste: Copey y Departamento del Magdalena.

#### **5.4.1.2 Información general del Municipio**

Municipios: pueblo bello

Año de Fundación: 1.777

Extensión Km2: 736.7

No. De Corregimientos: 6

No. De Veredas: 69

No. De Caseríos: 0

Temperatura Media °C: 21

Distancia a Valledupar por carretera Km2: 54

#### **5.4.2 ESTRATIFICACIÓN SOCIO ECONÓMICA**

La tipología de la vivienda del área corregimental se caracteriza por poseer materiales variados que van desde el piso de cemento que predomina o tierra, las paredes de ladrillo, bahareque y en algunos caso maderas, el techo de eternit, zinc, paja y en algunos caso teja. Por lo tanto, la estratificación de las viviendas es *estrato 1*

**Foto 1:** vivienda en mampostería corregimiento Minas de Iracal



**Foto 2:** vivienda en madera corregimiento Minas de Iracal



### **5.4.3 SERVICIOS PÚBLICOS:**

El área rural del municipio posee el 63.28% de las viviendas de la municipalidad y con dos características diferentes, las del área de resguardos indígena y las del área campesina.

Las cabeceras corregimentales concentran el 7.46% de las viviendas totales del municipio representadas en 182 viviendas a las cuales solo se les realizado saneamiento básico al 31.32% del total.

El sistema de acueducto del corregimiento de Nuevo Colón tiene como fuente de abastecimiento la quebrada Costa Plata y el acueducto del corregimiento de Minas de Iracal lo abastece el rio Los Clavos; cada uno de estos acueductos cuenta con su captación, aducción y redes de distribución. Carecen de plantas de tratamiento.

Así mismo estos corregimientos carecen de servicio de alcantarillado.

El Municipio para la zona rural no cuenta con el servicio de Recolección y disposición de residuos sólidos, ni líquidos, presentándose este como uno de los mayores problemas para la población, debido a la proliferación de enfermedades epidémicas, sobre todo en la población infantil que es la más vulnerable.



**Foto 3:** Manejo de aguas servidas y de excretas

**Recreación y deporte:** Cuentan con una cancha deportiva de fútbol y un parque.

*Foto 4: cancha de fútbol.*



*Foto 5: Parque recreativo*



### **Educación:**

En los corregimientos de Nuevo Colón y Minas de Iracal, se encuentra 440 alumnos, que equivalen al 9.02 % del total de alumnos existente en el municipio y 9 docentes, la infraestructura física se encuentra en mal estado, requiere ser reparada para seguir prestando un adecuado servicio a la comunidad.

**Tabla 2:** Relación de establecimientos educativos en la zona rural, Corregimientos

ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS					
No.	NOMBRE ESTABLECIMIENTO EDUCATIVO	No. DOCENTES	No. ALUMNOS	No. AULAS DE CLASE	ESTADO B - R - M
1	Instituto Julio Flórez Arias (Cgto de Nuevo Colón)	3	144	3	B
2	Escuela Nueva Las Minas de Iracal	6	296	4	B
<b>TOTAL</b>		<b>9</b>	<b>440</b>	<b>7</b>	

**Fuente:** esquema de ordenamiento territorial E.OT

**Foto 6:** institución educativa Minas de Iracal



### Salud:

El sistema de salud Municipal opera bajo la forma de referencia y con transferencia de lo rural a lo urbano, del Primer Nivel de atención al segundo Nivel. El Primer nivel de atención se encuentra integrado por 1 Hospital Local localizado en la cabecera Municipal y 5 puestos de Salud localizados en tres (3) en zona Indígena( Nabusimake, La Caja y Las Cuevas) y dos (2) en zona de área campesina (Minas de Iracal y Nuevo Colón).

*Foto 7: centro de salud Minas de Iracal*



## **Vías**

De los 19.80 Kilómetros (8.42%) de vías departamentales pavimentadas se desprenden algunas vías corregimentales y veredales; es el caso de la vía a Iracal y a la Honda, las cuales están en regular estado.

La zona que posee la mayor parte de los caminos de herraduras son las habitadas por la población indígena en los corregimientos de Nabusimake y la Caja, estos se encuentran en pésimas condiciones al igual que las vías que de La Cabecera Municipal conducen a Palmarito y Nuevo Colón; y Costa Rica a Palmarito.

Los mayores flujos vehiculares circulan por la vía El Sajón- Pueblo Bello; en menos intensidad la vía Pueblo Bello-Costa Rica-Palmarito, Pueblo Bello – El Cañón - Palmarito – Nuevo Colón, La Ye - El Alguacil, Pueblo Bello-Nabusimake; La Ye –Minas de Iracal, La Ye - La Honda y escaso tráfico en el resto de Vías municipales.

El transporte hacia la zona Rural es variado, todos los Corregimientos poseen rutas de transportes de diferentes tipos de Vehículos, camperos, camiones mixtos los cuales se ubican en la cabecera municipal.

## **5.5 MARCO LEGAL:**

- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA: art. 49, 79, 80, 311, 365, 366.
- Reglamento técnico de sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2016)
- RAS – SECCION II TITULO D: Sistema de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales.
- RAS – SECCION II TITULO E: Tratamiento de aguas Residuales
- DECRETO-LEY 2811 DE 1974: Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”
- LEY 9 DE 1979: Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.
- 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.
- LEY 142 DE 1994: Por la cual se establece el régimen de servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones
- LEY 689 DE 2001: Por la cual se modifica parcialmente la Ley 142 de 1994
- LEY 1176 DE 2007: Por la cual se desarrollan los artículos 356 y 357 de la Constitución Política y se dictan otras disposiciones.
- DECRETO 1594 DE 1984: Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 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 2811 de 1974 en cuanto a Usos del Agua y Residuos Líquidos
- DECRETO 3930 DE 2010 Y SU MODIFICATORIO EL DECRETO 4728 DE 2010: 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 del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones – Modifica parcialmente el Decreto 1594 de 1984.

- RESOLUCIÓN CRA 151 DE 2001 Y SUS MODIFICACIONES: Regulación integral de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo
- RESOLUCION 0330 DEL 2017. Por la cual se adopta el 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

## **5.6 MARCO INSTITUCIONAL:**

### **Misión:**

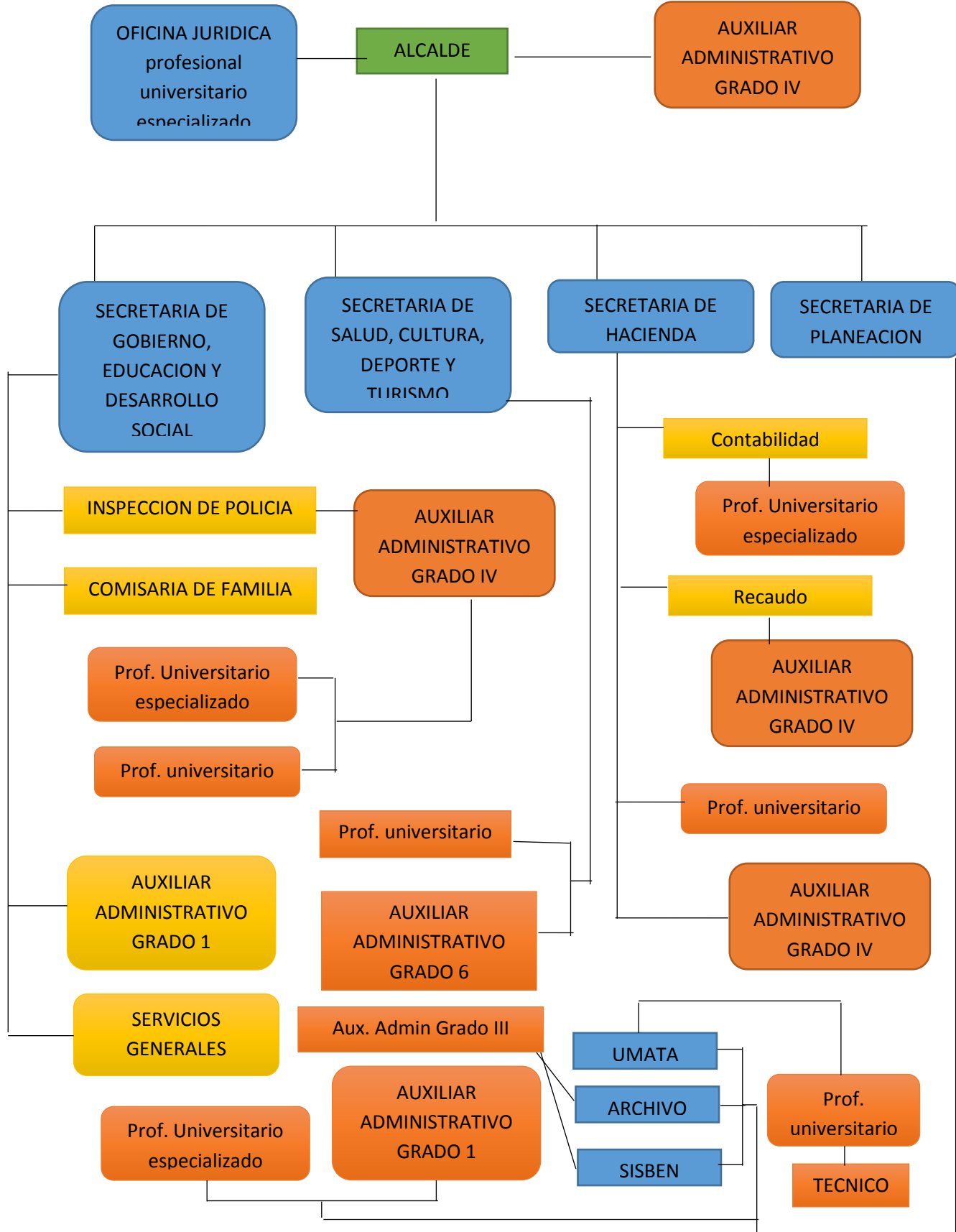
Fomentar el desarrollo de nuestra comunidad. Garantizar un acceso oportuno y la calidad de los derechos fundamentales en la salud y la educación; así mismo, impulsar un desarrollo económico articulado con cada una de las dependencias de la Administración Municipal quienes coordinan cada uno de los proyectos de inversión y sostenibilidad en el municipio, creando espacios de amplia participación pública, modernos e incluyentes.

### **Visión:**

Pueblo Bello será en el año 2032 un ejemplo a nivel nacional de cómo se puede superar las brechas de la pobreza y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos a través de una estrategia de focalización hacia los grupos de especial protección y una base económica de producción La agricultura, la economía, la economía, la economía y la aventura. Modernizado y con las fortalezas que le permiten gestionar un mejor futuro para sus administradores.

**Figura 7:** Organigrama alcaldía de Pueblo Bello

**Fuente:** (alcaldía municipal de pueblo bello cesar-2017)



## **6 MARCO METODOLOGICO**

Para la elaboración de este proyecto se utilizó el método inductivo (inducción analítico, de lo particular hacia lo general), haciendo un reconocimiento de la zona con el fin de identificar la problemática, sus posibles soluciones y las ventajas y desventajas de las mismas.

### **6.1 TIPO DE INVESTIGACION**

La investigación es de tipo descriptiva con una naturaleza de la información que se recoge cualitativa (investigación de acción) y cuantitativa. Describiendo la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades que se pretende analizar.

De igual modo, con la información recolectada y una vez inspeccionados las limitaciones y beneficios del proyecto se considera el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario sin arrastre de sólidos (ASAS) la opción más factible para darle solución al problema de estudio.

### **6.2 POBLACION**

La investigación se realizó en la población del corregimiento de Minas de Iracal, perteneciente al municipio de Pueblo Bello (Cesar), para lo cual se tendrá en cuenta un análisis demográfico con estimaciones de la población de la zona basadas en los últimos resultados arrojados por el DANE.

### **6.3 DESARROLLO METODOLOGICO**

La metodología planteada va de acuerdo con lo establecido en el Reglamento Interno de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2017.

Aspectos generales de los sistemas de recolección, transporte y manejo de aguas residuales y/o lluvias

1.3. Sistemas de recolección y transporte de aguas residuales y/o lluvias

1.4 Etapas necesarias para la formulación y elaboración de proyectos de sistemas de recolección y transporte de aguas residuales y/o lluvias

2. Aspectos comunes en sistemas de alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias

2.1 Alcance

2.2 Estudios previos

2.3 Generación y selección de alternativas

2.4 Protocolo de pruebas de diseño y recomendaciones especiales

2.5 Referenciación y disposición de los componentes del sistema

2.6 Consideraciones generales para la planificación

2.7 Aspectos complementarios

2.8 Planos y memorias de cálculo

2.9 Tecnologías de información para los sistemas de alcantarillado

3. Redes de alcantarillado de aguas residuales

3.1 Alcance

3.2 Concepción del proyecto

3.3 Parámetros de diseño

3.4 Aspectos de la puesta en marcha

3.5 Aspectos de la operación

3.6 Aspectos del mantenimiento

6. Hidráulica de sistemas de alcantarillado

6.1 Alcance

6.2 Diseño hidráulico de conductos parcialmente llenos

6.3 Diseño hidráulico de redes de alcantarillado

6.4 Calidad de agua en la red de alcantarillado

6.5 Protocolos de prueba

6.6 Manual de operación

6.7 Uso de tecnologías de información para la hidráulica de las redes

7. Estructuras complementarias

7.1 Alcance

7.2 Consideraciones generales

7.3 Estructuras de conexión y/o inspección de tuberías

7.4 Cámaras de descarga para tuberías de impulsión

7.5 Cámaras de caída

7.6 Sumideros

7.7 Aliviaderos de alcantarillados combinados

7.8 Sifones invertidos

7.9 Estructuras de descarga y disipación de energía

7.10 Comprobación de diseño y puesta en marcha de estructuras complementarias en los sistemas de alcantarillado

7.11 Aspectos generales geotécnicos, estructurales y constructivos de las estructuras complementarias de los sistemas de alcantarillado

### **6.3.1 Etapa 1**

Revisión bibliográfica y recopilación de información. Para la obtención de la información se hizo necesario realizar trabajo de campo, como son, visitas domiciliadas y entrevistas, que permitieron conocer las condiciones en las que se encuentran los habitantes.

Se analizaron investigaciones sobre diferentes estudios similares o relacionados con diseños de alcantarillados para recaudar conocimientos y manejar mejor el tema.

Registros fotográficos.

Mediante la realización de las visitas y toma de fotografías para los respectivos soportes.

### **6.3.2 Etapa 2**

Mediante el uso del programa de AutoCAD y con los datos anteriormente dados y establecidos se realizó la distribución de la red y cálculo de los perfiles.

### **6.3.3 Etapa 3**

Finalmente, con los lineamientos técnicos oficiales de diseño de alcantarillado y las hojas de cálculo de Pavco para el diseño de alcantarillado sanitario, se pudo organizar la información y posteriormente realizar el diseño de la red de alcantarillado sanitario.

## **6.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Para la elaboración de los análisis necesarios y las correspondientes conclusiones se respaldó la información en gráficos y tablas que a su vez permiten conocer las soluciones más viables desde el punto de vista socioeconómico y ambiental. Toda esta información se suministró con el fin de que no haya desconocimiento acerca de la investigación realizada y a su vez se añadieron los planos.

## **7 TRABAJO DE INGENIERIA**

Para llevar a cabo los diseños de la red de alcantarillado del corregimiento de Minas de Iracal, municipio de Pueblo Bello, se hace necesario definir inicialmente una serie de parámetros que son de vital importancia en los diseños de los diferentes componentes de este, los cuales se establecieron a partir del reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2016, resolución 0330 del 2017 y las diferentes investigaciones llevadas a cabo en este municipio.

### **7.1 Proyección de la población**

Se tuvo en cuenta el crecimiento demográfico estimado por el DANE, para realizar las proyecciones para periodo de diseños de 25 años, a partir del año 2019.

El método de cálculo para la proyección de la población depende del nivel de complejidad del sistema según muestra el título B del RAS-2016.

**Tabla 3:** Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema para la proyección de la población (tabla B.2.1)

Método por emplear	Nivel de Complejidad del Sistema			
	Bajo	Medio	Medio alto	Alto
Aritmético, geométrico y exponencial	X	X		
Aritmético, geométrico, exponencial, otros			X	X
Por componentes (demográfico)			X	X
Detallar por zonas y detallar densidades			X	X
Método gráfico	X	X		

Fuente: RAS 2016

### ***Método de crecimiento lineal***

El Método Aritmético o lineal supone un crecimiento vegetativo balanceado por la mortalidad y la emigración. La ecuación para calcular la población proyectada es la siguiente:

$$P_f = P_{uc} + \frac{P_{uc} - P_{ci}}{T_{uc} - T_{ci}} \times (T_f - T_{uc})$$

Donde,

- ***P<sub>f</sub>*** es la población (hab) correspondiente al año para el que se quiere proyectar,
- ***P<sub>uc</sub>*** es la población (hab) correspondiente al último año censado con información, ***P<sub>ci</sub>*** es la población (hab) correspondiente al censo inicial con información,
- ***T<sub>uc</sub>*** es el año correspondiente al último año censado con información,
- ***T<sub>ci</sub>*** es el año correspondiente al censo inicial con información y
- ***T<sub>f</sub>*** es el año al cual se quiere proyectar la información.

### ***Método de crecimiento Geométrico***

El Método Geométrico es útil en poblaciones que muestren una importante actividad económica, que genera un apreciable desarrollo y que poseen importantes áreas de expansión las cuales pueden ser dotadas de servicios públicos sin mayores dificultades. La ecuación que se emplea es:

$$P_f = P_{uc} (1 + r)^{T_f - T_{uc}}$$

Donde  $r$  es la tasa de crecimiento anual en forma decimal y las demás variables se definen igual que para el método aritmético.

Dada la diferencia obtenida en los resultados, como población final se toma el promedio de los dos valores obtenidos en la proyección de población.

Con base en el citado Cuadro A-30 del DANE para el departamento del Cesar, presentado a continuación, se consideró una tasa de crecimiento decreciente de 25, 20, 15 y 10 habitantes/año para el método lineal para periodos de cinco años, muy a pesar que el DANE considera ratas entre 19 y 16, según el Cuadro A-30 indicadores demográficos para el Dpto. del Cesar del censo del 2.005; mientras que para el método geométrico se considera a sí mismo una tasa de crecimiento decreciente de 1.40%, 1.35%, 1.30%, 1.25% y 1.20% para el método de crecimiento geométrico. Cabe anotar que para el mismo método en el citado cuadro el DANE considera una rata variable entre 1.36% y 1.16%.

**Figura 8:** indicadores demográficos.

PROYECCIONES NACIONALES Y DEPARTAMENTALES DE POBLACIÓN 2005-2020

**DANE**

**Cuadro A30  
Cesar. Indicadores Demográficos  
2005-2020**

Año	Población			Relaciones de			Edad Mediana (años)
	Total	Hombres	Mujeres	Dependencia (por mil)	Niños-Mujer (por mujer)	Masculinidad (por cien mujeres)	
2005	903.279	450.940	452.339	717,06	0,492	99,69	21,30
2010	966.420	482.595	483.825	649,59	0,444	99,75	22,62
2015	1.028.880	514.181	514.699	601,91	0,414	99,90	24,16
2020	1.089.783	544.740	545.043	573,29	0,397	99,94	25,84
Periodo	Tasas medias anuales de crecimiento (%)		Tasas implícitas (por mil)			Migrantes Netos	
	Exponencial	Geométrico	Crecimiento Natural	Natalidad	Mortalidad	Total	Tasa (por mil)
2005-2010	1,35	1,36	19,73	24,90	5,17	-29.088	-6,22
2010-2015	1,25	1,26	18,09	23,10	5,01	-27.794	-5,57
2015-2020	1,15	1,16	16,68	21,77	5,09	-27.439	-5,18
Periodo	Tasa de reproducción (por mujer)		Tasa de la fecundidad (por mil mujeres)		Edad media de la fecundidad (años)	Número estimado	
	Bruta	Neta	Global	General		Nacimientos	Defunciones
2005-2010	1,47	1,40	3.020,00	97,50	26,51	116.396	24.167
2010-2015	1,35	1,30	2.782,50	89,80	26,29	115.230	24.976
2015-2020	1,28	1,24	2.634,00	85,10	26,16	115.320	26.978
Periodo	Esperanza de vida al nacer (años)			Tasa de mortalidad infantil (por mil)	Defunciones		
	Hombres	Mujeres	Total		< 1 año	0-4 años	1-4 años
2005-2010	69,74	75,85	72,72	38,70	4.529	4.865	336
2010-2015	70,87	76,84	73,78	36,40	4.226	4.437	211
2015-2020	71,56	77,53	74,47	34,60	4.017	4.154	137

Fuente: DANE

Con las tasas de crecimiento consideradas para los métodos lineal y geométrico, de acuerdo con la Tabla 4, al cabo de 25 años, la población horizonte en el año 2043 para Minas de Iracal sería de 990 habitantes, tomando el promedio de los resultados de los dos métodos de proyección.

**Tabla 4:** Proyección de la población para Minas de Iracal

<b>METODO DE PROYECCION ARITMETICO</b>				<b>METODO GEOMETRICO</b>				<b>RESUMEN PROYECCION POBLACION</b>						
Corregimiento: Minas de Iracal				Corregimiento: Minas de Iracal				Corregimiento: Minas de Iracal						
Datos:		AÑO	Proyec. Poblac (hab)	Poblac. Total (Hab)	Datos:		AÑO	Proyec. Poblac (hab)	Poblac. Total (Hab)	AÑO	Metodo Aritmetico	Metodo Geometrico	Promedio (hab)	Poblac. proyecto (hab)
decreciente (hab)					decreciente (1,65-									
$P_{uc-2018}$	620	2018	620	620	$P_{uc-2011}$	620	2018	620	620	2018	620	620	620	620
$k_{2019}$	25	2019	645	645	$r_{2019}$	1,40%	2019	630	630	2019	645	630	638	638
$k_{2024}$	20	2020	670	670	$r_{2024}$	1,35%	2020	641	641	2020	670	641	655	655
$k_{2029}$	15	2021	695	695	$r_{2029}$	1,30%	2021	651	651	2021	695	651	673	673
$k_{2034}$	10	2022	720	720	$r_{2034}$	1,25%	2022	662	662	2022	720	662	691	691
$k_{2039}$	10	2023	745	745	$r_{2039}$	1,20%	2023	673	673	2023	745	673	709	709
		2024	770	770			2024	684	684	2024	770	684	727	727
		2025	790	790			2025	695	695	2025	790	695	742	742
		2026	810	810			2026	706	706	2026	810	706	758	758
		2027	830	830			2027	717	717	2027	830	717	774	774
		2028	850	850			2028	729	729	2028	850	729	789	789
		2029	870	870			2029	740	740	2029	870	740	805	805
		2030	885	885			2030	752	752	2030	885	752	818	818
		2031	900	900			2031	764	764	2031	900	764	832	832
		2032	915	915			2032	775	775	2032	915	775	845	845
		2033	930	930			2033	787	787	2033	930	787	859	859
		2034	945	945			2034	800	800	2034	945	800	872	872
		2035	955	955			2035	812	812	2035	955	812	883	883
		2036	965	965			2036	824	824	2036	965	824	894	894
		2037	975	975			2037	836	836	2037	975	836	906	906
		2038	985	985			2038	849	849	2038	985	849	917	917
		2039	995	995			2039	861	861	2039	995	861	922	922
		2040	1005	1005			2040	874	874	2040	1005	874	939	939
		2041	1015	1015			2041	886	886	2041	1015	886	950	950
		2042	1025	1025			2042	898	898	2042	1025	898	959	959
		2043	1032	1032			2043	911	911	2043	1032	911	967	967
		2044	1038	1038			2044	923	923	2044	1038	923	975	975
		2045	1048	1048			2045	936	936	2045	1048	936	990	990

**Fuente:** Autor

De acuerdo con el capítulo A.3, numeral A.3.1, para la clasificación del proyecto se establecieron cuatro niveles de complejidad de los sistemas, así: Bajo, Medio, Medio Alto y Alto. Esta clasificación depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio y/o corregimiento, su capacidad económica o el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto, de acuerdo con lo establecido en la tabla siguiente:

**Tabla 5:** Asignación del Nivel de Complejidad

<b>Nivel de Complejidad</b>	<b>Población en la zona urbana<sup>(1)</sup> (Habitantes)</b>	<b>Capacidad Económica de los usuarios<sup>(2)</sup></b>
Bajo	< 2.500	Baja
Medio	2.501 - 12.500	Baja
Medio alto	12.501 - 60.000	Media
Alto	> 60.000	Alta

Notas: (1) Proyectado al período de diseño, incluida la población flotante.

(2) Incluye la capacidad económica de la población flotante. Debe ser evaluada según metodologías del DNP o cualquier otro método justificado.

Así mismo se debe tener en cuenta las variables límites para el proceso de priorización, razón por la cual tendrán preferencia la ejecución de obras de suministro de agua potable de calidad y la recolección y disposición de aguas residuales; en un nivel inferior, se sitúan el manejo de desechos sólidos y el tratamiento de las aguas residuales. A continuación se presentan dichas variables en función de las coberturas y el nivel de complejidad del sistema:

**Tabla 6:** Prioridad de inversión según la disponibilidad del servicio

<b>Valores máximos de los parámetros de cobertura</b>					
<b>Parámetro</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio Alto</b>	<b>Alto</b>
Rezago entre cobertura de alcantarillado respecto al agua potable	AP-AL	10 %	10%	15%	15%
Conexiones erradas de aguas lluvias al sistema sanitario	CE San/Plu	15 %	15%	15%	15%
Porcentaje de infiltraciones	%Inf	15 %	15%	20%	20%

**Fuente:** Título B RAS-2015

De acuerdo con la proyección de la población de la localidad de Minas de Iracal a 25 años es de 990 habitantes. La población del corregimiento no sobrepasa los 2.500 habitantes, y además considerando así mismo que la capacidad económica de los habitantes es baja, según la Tabla D.1.1 del Título D – 2.016 del RAS el Nivel de Complejidad del sistema para el corregimiento de Minas de Iracal es **BAJO**.

## 7.2 Período de planeamiento o de diseño.

El período de planeamiento o de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario debe fijar las condiciones básicas del proyecto como la capacidad del sistema para atender la demanda futura, la densidad actual y de saturación, la durabilidad de los materiales y equipos empleados y la calidad de la construcción, operación y mantenimiento. De acuerdo con la Resolución 0330 de Junio 8 de 2017, el período de planeamiento para los sistemas de alcantarillado, se seleccionó de acuerdo con la siguiente tabla.

*Tabla 7: Período de diseño según el NCS*

<b>Nivel de Complejidad del sistema</b>	<b>Período de Planeamiento (Años)</b>
Bajo y Medio	25
Medio alto	25
Alto	25

*Fuente: Título B RAS-2015*

Por lo tanto el período de planeamiento para el sistema de alcantarillado de los proyectos de alcantarillado de Minas de Iracal es de 25 años. El horizonte del proyecto será el año 2.043.

## **8 PARAMETROS Y CRITERIOS DE DISEÑO DE LA RED DE RECOLECCION Y EVACUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES.**

Para realizar los diseños de alcantarillado sanitario en el corregimiento de Minas de Iracal municipio de Pueblo Bello Cesar, se hace necesario definir inicialmente algunos parámetros que son de mucha importancia en los diseños de los diferentes componentes de este, los cuales se establecieron a partir del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico Título D. (RAS 2016), resoluciones modificatorias y las diferentes investigaciones que se llevaron a cabo en la misma localidad que a continuación se describen.

## **8.1 CAUDALES DE DISEÑO**

La cantidad de aguas residuales producidas está integrada por las aguas domésticas, industriales, comerciales e institucionales.

El punto de partida para la cuantificación del aporte de aguas residuales es el caudal medio diario, el cual se define como la contribución durante un periodo de 24 horas, obtenida como el promedio durante un año.

El caudal de diseño se calcula para cada tramo de colector. Para calcularlo es necesario establecer la dotación de agua por habitante, los consumos doméstico, industrial, comercial e institucional, el coeficiente de Retorno, el Caudal medio diario, el Factor de Mayoración, el Caudal Máximo Horario y los Caudales de Conexiones erradas y de Infiltración.

### **8.1.1. Caudal Medio Diario (Qmd).**

Para un colector con un área de drenaje dada, este caudal se calcula como la suma de los aportes domésticos, industriales, comerciales e instituciones, tal como se muestra en la ecuación N. 1.

$$Qmd = Qd + Qind + Qc + Qins \quad \text{Ecuación N.1.}$$

Dónde:

*Qd*: Caudal doméstico.

*Qind*: Caudal Industrial.

*Qc*: Caudal comercial.

*Qins*: Caudal institucional.

### 8.1.2. Caudal doméstico (Qd).

Para determinar el caudal de aguas residuales domésticas, se empleó la expresión dada en el numeral 3.3.3.1 del Título D del RAS.

$$Qd = \frac{CR * P * Dneta}{86400} \quad \text{Ecuación N. 2.}$$

Dónde:

Qd: Caudal de aguas residuales domesticas en L/S

CR: Coeficiente de retorno.

Dneta: Dotación neta corregida en L/hab-dia.

P: Población servida.

- **Dotación por habitante C. (lt/hab-día)**

Corresponde a la cantidad de agua que el consumidor efectivamente recibe para satisfacer sus necesidades.

**Tabla 8:** Dotación neta máxima por habitantes según la altura sobre el nivel del mar en la zona atendida

ALTURA PROMEDIO SOBRE EL NIVEL DEL MAR DE LA ZONA ATENDIDA.	Dotación neta máxima para poblaciones con clima frio o templado (L/hab*día)
>2000 m.s.n.m	120
1000 – 2000 m.s.n.m	130
< 1000 m.s.n.m.	140
<b>Fuente:</b> Resolución 0330 del 2017	

La Resolución 0330 del 8 de Junio de 2017 establece la dotación de acuerdo con la altitud, y como esta localidad se encuentra en la cota promedio 330 msnm, es decir, está por debajo de 1.000 msnm, por lo tanto la dotación asignada para esta altitud es de **140 lt/hab-día**.

- **Densidad**

Como el área correspondiente para el diseño del alcantarillado para el corregimiento de Minas de Iracal es de 12.2 hectáreas, y la población proyectada para Minas de Iracal a 25 años es de 990 habitantes, por la tanto la densidad es de 81.0 hab/ha.

- **Coefficiente de retorno (CR).**

El coeficiente de retorno es la fracción del agua el uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de alcantarillado, pueden utilizarse como guía, los rango de valores de CR de la tabla 9 que describe a la tabla D.3.1 del literal 3.3.3.1 del Título D RAS.

**Tabla 9:** Coeficiente de retorno de aguas servidas domésticas.

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

**Fuente:** Título D RAS-2016

Para el presente proyecto se tomó un valor de CR = 0,80 para el nivel de complejidad BAJO.

Reemplazamos valores en la ecuación N. 2.

$$Qd = \frac{CR * P * Dneta}{86400} = \frac{0,80 * 990hab * 140L/hab - dia}{86400}$$

$$Qd = 1,28 L/S$$

### **8.1.3. Consumo industrial (Qind), Comercial (Qc) e Institucional (Qins)**

Qind = 0.0 No se tendrá en cuenta en este diseño este consumo por no existir industrias en el área del proyecto.

$Q_c = 0.0$  No se tendrá en cuenta en este diseño este consumo por no existir comercio en el área del proyecto.

$Q_{ins} = 0.5$  lt/seg/Ha institucional. Se aplicará este consumo a aquellos tramos de colector que se ubiquen en zonas institucionales.

El literal D 3.3.3.4 del Título D del RAS nos indica los valores estimados para este aporte.

**Tabla 10:** Contribuciones institucionales.

Nivel de Complejidad del Sistema	Aporte (L/s*ha )
Cualquiera	0,5

**Fuente:** Título D RAS-2015

Se hace una estimación de hectáreas netamente institucional de 0,59 ha

El área tomada para esta contribución es la sumatoria de áreas que corresponde a colegio, hospital, entre otros.

$$Q_{ins} = 0,5L/ha * 0,59 ha$$

$$Q_{ins} = 0,295L/s$$

Reemplazando los valores en la ecuación (1)

$$Q_{md} = Q_d + Q_{ind} + Q_c + Q_{ins}$$

$$Q_{md} = 1,28l/s + 0,295l/s$$

$$Q_{md} = 1,6 l/s$$

#### 8.1.4. Caudal por infiltración ( $Q_{inf}$ ).

El estimación del Caudal de infiltración debe hacerse en lo posible a partir de aforos en el sistema, en horas cuando el consumo de agua 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 los colectores, las dimensiones, estado y tipo de colectores, los tipos, número y calidad constructiva

de uniones y juntas, el número de pozos de inspección y demás estructuras, y su calidad constructiva. En ausencia de medidas directas o ante la imposibilidad de determinar el caudal por infiltración, el aporte puede establecerse con base en los valores de la tabla D.3.7 del RAS 2000, en donde el valor inferior del rango dado corresponde a condiciones constructivas más apropiadas, mayor estanqueidad de colectores y estructuras complementarias, y menor amenaza sísmica. La categorización de la infiltración en alta, media y baja se relaciona con las características topográficas, de suelos, niveles freáticos y precipitación; sin embargo teniendo en cuenta que nuestras tuberías son totalmente herméticas, se recomienda usar el valor de infiltración más bajo.

**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)	Media (L/s/Ha)	Baja (L/s/Ha)
Bajo y medio	0.30	0.20	0.10
Medio alto y alto	0.30	0.20	0.10

**Fuente:** Título D RAS-2016

$$Q_{inf} = \text{aporte por infiltración} * A_{total}$$

$$Q_{inf} = 0,10 \text{ l/s.ha} * 12,20\text{ha}$$

$$Q_{inf} = 1,22\text{l/s}$$

### 8.1.5. Caudal 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 techos 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 0,20 L/s por ha en el caso de que en el municipio exista un sistema de alcantarillado de aguas lluvias, de acuerdo con el Numeral D.3.3.5.

$$Q_{ce} = CE * A_{total}$$

$$Q_{ce} = 0,20l/s.ha * 12.20ha$$

$$Q_{ce} = 2,44l/s$$

### 8.1.6. Factor de Mayoración (*F*):

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

$$F = \frac{3.5}{P^{0.10}}$$

Dónde:

*F* = Factor de Mayoración (adimensional).

*P* = Población servida en miles de habitantes (hab/1000).

**Tabla 12:** *Máximo factor de Mayoración de acuerdo con la población servida*

<b>Población servida en Número de habitantes</b>	<b>Factor de Mayoración</b>
< 20.000	3,00
20.000 – 50.000	2,50
50.001 – 750.000	2,25
> 750.000	2,00
<b>Fuente:</b> Título D RAS 2016	

### **8.1.7 Caudal máximo horario (QMH).**

El caudal máximo horario es la base para establecer el caudal de diseño de una red de colectores de un sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. Según lo establecido por el RAS 2016 en el numeral D.3.3.5, el caudal máximo horario del día máximo se estima a partir del caudal final diario, mediante el uso del factor de Mayoración.

$$QMH = F * Qmd$$

$$QMH = 3 * 1,6l/s$$

$$QMH = 4,8 l/s$$

### **8.1.8 Caudal de diseño.**

De acuerdo con el RAS 2016 numeral 3.3.6 el caudal de diseño para el sistema de alcantarillado sanitario está dado por la suma de los aportes por caudal máximo horario, conexiones erradas y el caudal por infiltración.

Este caudal es el correspondiente a las contribuciones acumuladas que llegan a cada tramo. En caso que el caudal de diseño calculado sea menor de 1,5 Lps, se toma este valor como caudal mínimo de diseño.

$$QD = QMH + QCE + QINF$$

$$QD = 4,8l/s + 2,44l/s + 1,22l/s$$

$$QD = 8,46 l/s$$

A continuación se presentan un cuadro donde se refleja el caudal año a año para cada proyecto:



## **8.2 PARÁMETROS DE DISEÑO**

### **8.2.1. Diámetro Mínimo**

El Artículo 147 de la Resolución 330 del 8 de Junio de 2.017 establece que el Diámetro interno real Mínimo en los colectores debe ser 95 mm

### **8.2.2. Velocidad Mínima**

El Artículo 141 de la Resolución 330 del 8 de Junio de 2.017 establece los Criterios de auto limpieza en los alcantarillados sanitarios. La velocidad mínima real permitida en el colector de alcantarillado sanitario es aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1,0 Pa. Los criterios de velocidad y esfuerzo cortante se deben determinar para el caudal de diseño, en las condiciones iniciales y finales del período de diseño.

### **8.2.3. Velocidad máxima.**

Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión; por lo tanto de acuerdo con lo establecido en el Artículo 142 de la Resolución 0330 del 8 de Junio de 2.017, recomienda que la velocidad máxima real no sobrepase los 5.0 m/s, valores mayores deben ser justificados.

### **8.2.4 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, de acuerdo con lo establecido en los literales D.3.3.9.1 y D.3.3.13 del título D – 2.016 del RAS.

### **8.2.5 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 de acuerdo con el literal D.3.3.9.2 del título D – 2.016 del RAS.

### **8.2.6 Coeficiente de Manning (n).**

De acuerdo con las recomendaciones dadas en el Artículo 124 del RAS, el Coeficiente de Manning, “n”, para conductos cerrados oscila entre 0.011 y 0.026 pero por razones que un sistema de alcantarillado, después de cierto tiempo de servicio se aproxima a una constante, que no es función del material de construcción del tubo, sino que presenta la acumulación de detritos y crecimiento de suciedades en las paredes del mismo; por lo tanto, el valor a utilizar, para el presente diseño será 0.010, el cual unido a la naturaleza empírica de las fórmulas, dará como resultado un diseño conservativo y prudente.

### **8.2.7 Profundidad hidráulica máxima**

La Relación máxima entre profundidad de flujo y diámetro de la tubería en los alcantarillados sanitarios, para permitir la aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 85% del diámetro interno real de éste, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 143 de la Resolución 0330 del 8 de Junio de 2.017.

### **8.2.8 Profundidad mínima y máxima de instalación de la tubería.**

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 139 de la Resolución 0330 del 8 de Junio de 2.017, La profundidad de instalación de los colectores debe estar sustentada por estudios geotécnicos y de estabilidad, teniendo en cuenta las condiciones mecánicas y estructurales de la tubería, las uniones y el suelo. Los valores mínimos permisibles de recubrimiento de los colectores que no

requieren protección a cargas vivas, con relación a la rasante definitiva, se definen en la Tabla 14

**Tabla 14:** Profundidades a las cotas claves del colector

Servidumbre	Profundidad a clave (m)
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.20

**Fuente:** resolución 0330 del 2017

### 8.2.9 Localización de las redes alcantarillado.

Según lo establecido en el Artículo 139 de la Resolución 0330 del 8 de Junio de 2.017, para la localización de redes de alcantarillado se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Para sistemas nuevos, las redes de alcantarillado pluvial y combinado deben localizarse cerca del eje de la calzada, mientras que las redes de alcantarillado sanitario deben ubicarse hacia uno de los costados, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la calzada, respetando la distancia libre con respecto a otras redes.
2. Las tuberías de alcantarillado deben estar a una distancia mínima de 0,5 m de la acera y 1,5 m del paramento, medida entre las superficies externas del conducto, y del sardinel y el paramento según corresponda.
3. Las tuberías de alcantarillado no pueden estar ubicadas en la misma zanja de una tubería de acueducto, y su cota clave siempre debe estar por debajo de la cota batea de la tubería de acueducto.
4. En aquellos casos en los cuales existan vías con separador central se deben diseñar redes independientes en cada calzada. Cuando por el costado de una vía se vaya a construir un alcantarillado sanitario y por otro costado uno de aguas lluvias, este último deberá estar más cerca al centro de la vía.

5. Las distancias mínimas libres entre los colectores que conforman la red del sistema de recolección y evacuación de aguas residuales y/o lluvias, y las tuberías de otras redes de servicios público deben ser 1,0 m en la dirección horizontal y 0,3 m en la dirección vertical, medidas entre las superficies externas de los dos conductos.
6. Los cruces de redes deben analizarse de manera individual, para establecer la necesidad de diseños especiales, en particular en aquellos casos donde sea imposible cumplir la distancia mínima vertical definida.
7. Los cruces aéreos de cauces de agua deben proyectarse en puntos no susceptibles de socavación. Igualmente, deben ubicarse a 0,50 m por encima de la cota de aguas máximas generada por el caudal máximo instantáneo anual, calculado para un período de retorno de 100 años. En todo caso, es indispensable cumplir los requerimientos que la autoridad ambiental competente determine.
8. Para los cruces subterráneos de cauces naturales se debe hacer un análisis de socavación para el caudal máximo instantáneo anual calculado para el período de retorno de la Tabla 17 y con la granulometría del lecho de la corriente en el punto de cruce; la tubería se instalará mínimo 0,50 m por debajo de la cota de socavación máxima, con el fin de garantizar que no se presentará flotación del tubo. En todo caso, deberán cumplirse los requerimientos que la autoridad ambiental competente determine.
9. De ser necesaria la ubicación de tuberías en zonas de riesgo, se debe realizar un análisis en el cual se indique la amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo a los que se encuentra expuesto el tramo de tubería, y las obras necesarias para la mitigación del mismo. En este evento, no se aceptarán conexiones domiciliarias en el tramo aludido.

10. Para cruces con infraestructura como vías férreas, líneas de media y alta tensión, vías nacionales, entre otras, la localización de las redes debe cumplir las exigencias previstas por las entidades correspondientes.

11. Los cauces naturales que crucen las zonas urbanas no deben entrar a los sistemas de alcantarillado pluvial o combinado.

12. Cuando se haga uso de tecnologías sin zanja para la instalación de tramos nuevos en sistemas de alcantarillado, es obligatorio respetar todo lo anteriormente establecido.

#### **8.2.10 Localización de los pozos de inspección.**

De acuerdo con el Numeral 7.3.1.2 del Título D – 2.016 del RAS, los pozos se proyectaran de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Arranque de los tramos de tuberías.
- Cambios de dirección de flujo.
- Cambios de diámetro de los tramos.
- Cambios en la pendiente del fondo de las tuberías.
- Cambios en la sección transversal de los tramos.
- Cambios del material que conforma la pared interna de los tramos.
- Intersección de tuberías de la red pública de alcantarillado.
- Cada cierta longitud en tramos rectos, de acuerdo con las condiciones de limpieza diseñadas para el sistema y el diámetro interno de las tuberías.
- Curvas en el sistema de tuberías

### **8.2.11 Distancia entre estructuras de conexión**

De acuerdo con el Numeral 7.3.2.1 del Título D – 2.016 del RAS la distancia máxima entre las estructuras de conexión y/o inspección que formen parte del sistema de alcantarillado, está directamente relacionada con el urbanismo y con el uso de equipos y métodos de limpieza en los tramos; estos equipos pueden ser manuales o mecanizados, y están siendo altamente influenciados por los nuevos avances tecnológicos.

Si los métodos utilizados para la inspección y el mantenimiento del alcantarillado por parte de la persona prestadora del servicio público de alcantarillado son manuales, las distancias máximas entre las cámaras de conexión deben ser menores que cuando se utilicen métodos mecánicos. La distancia máxima entre cámaras, para sistemas que utilizan métodos manuales de limpieza, es de 120 m; para los casos en que se utilicen métodos mecánicos o hidráulicos de limpieza, dicha distancia máxima puede llegar hasta los 200 m. En aquellos casos de sistemas de interceptores o de tramos principales y emisarios finales donde las entradas son restringidas o inexistentes, la distancia máxima entre las cámaras de inspección y/o conexión puede aumentarse como función del tipo de mantenimiento; en este caso, la distancia máxima será de hasta 300 m.

En aquellos casos en que la distancia entre las cámaras de conexión y/o inspección en las cámaras de alcantarillado sean mayores a 100 m, el diseño debe considerar la posibilidad de incluir cámaras intermedias exclusivas de inspección, con diámetros de 0,6 m, cuyo objetivo único es permitir la entrada de los equipos de inspección basados en circuito cerrado de televisión. En los casos de interceptores y tramos principales, el uso de cámaras de conexión y/o inspección con distancias superiores a las normales, debe estar basado en la modelación hidráulica de la red de alcantarillado existente por parte de la persona prestadora de este servicio.

### **8.2.12 Profundidad a cota a clave**

De acuerdo con el Numeral 7.3.2.2 del Título D – 2.016 del RAS la profundidad mínima permitida para cámaras de conexión y/o inspección es de 1,20 m, medida desde la parte superior de la misma hasta la cota clave de la tubería más superficial conectada a ella. En aquellos casos en que por condiciones topográficas o geológicas se dificulte alcanzar la profundidad mínima, se deben construir cámaras de inspección sin cono de reducción con losa de cubierta, hasta una profundidad de 0,6 m. La losa de cubierta debe quedar a nivel de subrasante y luego continuar con el cuello de la cámara, lo anterior debe estar acompañado del respectivo diseño estructural.

### **8.2.13 Diámetro del orificio de acceso.**

De acuerdo con el Numeral 7.3.2.3 del Título D – 2.016 – 2.016 del RAS el diámetro mínimo del orificio de acceso a la cámara debe ser de 0,60 m. Sin embargo, en aquellos casos en que la cámara presente una altura tal que la instalación de al menos una tubería implique intervención en el cono de reducción, se permite extender el cuerpo del cilindro hasta la superficie y construir una losa que incluya el orificio de acceso. En aquellos casos en los que se empleen estructuras de conexión y/o inspección de forma cuadrada, el orificio de acceso puede conservar esta misma forma y dimensión, teniendo en cuenta que la tapa debe ser concéntrica y que la dimensión mínima de la estructura debe ser de 0,8 m de lado.

Se debe tener en cuenta que las actuales tecnologías de inspección y de limpieza de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y aguas lluvias permiten utilizar cámaras con orificios de acceso sustancialmente menores al anteriormente mencionado. En caso que en el diseño se incluyan cámaras de diámetros del orificio de acceso menores al especificado, su uso debe contar con la aprobación previa de la persona prestadora del servicio público de alcantarillado del municipio.

### 8.2.14 Diámetro de la estructura

De acuerdo con el Numeral 7.3.2.4 del Título D – 2.016 del RAS El diámetro de las cámaras de conexión y/o inspección en sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales y lluvias depende del tamaño de las tuberías o ductos que se conectan a la estructura, del radio de curvatura que se utilice para la conexión y del espacio requerido para ejecutar las labores de limpieza y mantenimiento. En la Tabla 15 se especifican los diámetros internos mínimos que deben utilizarse en estructuras de conexión e inspección cuando las tuberías conectadas tienen diámetros menores o iguales que 900 mm. Para tuberías con diámetros mayores a 900 mm, la estructura de conexión debe ser acordada entre el diseñador y la persona prestadora del servicio público de alcantarillado.

**Tabla 15:** *Diámetro interno mínimo de estructuras de conexión*

<b>Mayor diámetro de las tuberías conectadas</b>	<b>Diámetro interno de la estructura (m)</b>
De 200 a 600 mm	1.20
Mayor de 600 hasta 750 mm	1.50
Mayor de 750 hasta 900 mm	1.80

**Fuente:** Título D RAS 2016

### 8.2.15 Parámetros de las cámaras de caída.

De acuerdo con el Numeral 7.5 del Título D – 2.016 del RAS el diámetro de las cámaras de Cuando no es posible que todos los tramos de las tuberías de alcantarillado lleguen a un mismo nivel a la cámara de conexión e inspección y a su vez cuando dicho desnivel sea mayor a 0,75 m se debe proyectar una cámara de caída. Teniendo en cuenta un análisis económico de los procesos constructivos las diferencias de nivel entre tuberías de cámaras de conexión y/o inspección que sean menores que 0,75 m deben ser rellenadas para evitar retención de sólidos.

Las cámaras de caída son estructuras de conexión usualmente construidas en zonas con alta pendiente longitudinal, en las cuales no es posible cumplir con las

velocidades máximas permitidas de aproximación a la estructura (ver literales D.3.3.9.2 y D.4.3.6.2 del citado título. En este caso la función principal de estas estructuras es dirigir el flujo, disipar una importante cantidad de energía en el flujo y proteger la estructura contra impactos en las paredes para mantener su estabilidad estructural

### **8.2.16 Factor de Mayoración (F)**

De acuerdo con el Numeral 3.3.5.1 del Título D – 2.016 del RAS 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.

$$F = \frac{3.5}{P^{0.10}} \quad (\text{Ecuación D.3.9})$$

En donde:

F = Factor de mayoración

P = Población servida, en miles de habitantes.

Alternativamente el factor de mayoración también puede calcularse como función del caudal medio diario (QMD) utilizando la ecuación de Los Ángeles, o la de Gaines.

En general el valor de F debe ser mayor o igual que 1,4. El factor F debe calcularse tramo por tramo de acuerdo con el incremento progresivo de la población y el caudal; sin embargo el máximo valor del factor de mayoración debe limitarse, cualquiera que sea la expresión utilizada para su cálculo, de acuerdo con el tamaño de la población.

### **8.2.17 Selección del Tipo de tubería**

Para la selección de la tubería, el coeficiente de Manning, “n”, para un sistema de alcantarillado, después de cierto tiempo de servicio se aproxima a una constante, por lo tanto no es función del material de construcción del tubo, sino que presenta la acumulación de distritos y crecimiento de suciedades en las paredes del mismo; por lo tanto para seleccionar el tipo de tubería a utilizar en las redes de recolección proyectadas, se tuvo en cuenta las características químicas y mecánicas del suelo de la población y el nivel freático, optando tubería de PVC tipo sanitaria.

## 9 DISEÑO HIDRÁULICO RED DE RECOLECCION

### 9.1 DESCRIPCIÓN DEL LIBRO DE CÁLCULOS PARA LAS REDES

El saneamiento básico hace parte del mejoramiento de la calidad de vida y del desarrollo de nuestro país. Por esto PAVCO buscando siempre la contribución al crecimiento del país con nuevas tecnologías no solo ha desarrollado una propuesta de tuberías (NOVAFORT y NOVALOC) con las más novedosas tecnologías tanto de producción como de ingeniería del producto, conjugada con los mejores materiales. También ha ahondado en la elaboración de un libro de cálculo para el diseño de alcantarillado que se ajuste a las normas establecidas en el ámbito nacional y local. Considerando la versatilidad de dicho libro y su ajuste con la norma RAS-2000, los cálculos hidráulicos del presente estudio fueron realizados utilizando dicho libro.

Este libro de cálculo es una herramienta útil para el diseño hidráulico, el cálculo de cimentación y el análisis de cantidad de obra para los proyectos de alcantarillado sanitario, pluvial y combinado. Los datos pueden y deben ser modificados de acuerdo a sus requerimientos, pero no puede ser modificado el uso de las tuberías, es decir no puede ingresarse información referida a otros materiales diferentes a los fabricados por PAVCO S.A. ya que la hoja se encuentra ecuación da internamente.

*Figura 9: Esquema de la hoja Menú*



**PAVCO S.A.**  
Una empresa AMANCO

**CALCULO ALCANTARILLADO PLUVIAL**

ADVERTENCIA	<b>TIPO DE ALCANTARILLADO</b>
TUTORIAL	CANTIDAD DE OBRA DATOS
PLUVIAL	CANTIDAD DE OBRA TRAMOS
SANITARIO	CANTIDAD DE OBRA TOTAL
PERFIL	CANTIDAD DE TUBERÍA TOTAL
CIMENTACIÓN	

Para realizar el diseño del alcantarillado el primer paso que se debe realizar es seleccionar el TIPO DE ALCANTARILLADO en la primera hoja de Menú, al escoger el tipo de alcantarillado se pasará automáticamente a la hoja correspondiente (pluvial o sanitario). Para los alcantarillados combinados debe introducir primero la información de la hoja pluvial y posteriormente introduzca las áreas en la hoja sanitario; priman las condiciones del alcantarillado pluvial. Para los alcantarillados separados es necesario utilizar dos hojas de cálculo independientes.


*Figura 10: Selección del tipo de alcantarillado*



Es indispensable definir el tipo de alcantarillado para que los datos sean mostrados en sus respectivas tablas, es decir si no selecciona el tipo de alcantarillado no podrá ver los datos en la hoja de cálculo. Adicionalmente, no se pueden eliminar las filas o columnas porque se dañan las ecuaciones de las otras hojas.

Para empezar el diseño de alcantarillado sanitario se deben ingresar los datos de contribuciones unitarias de la Zona del proyecto en el cuadro superior central de la hoja en las columnas

*Figura 11: Tipo de contribución*



Contribución l/s/ha	
Comercial y/o Industrial	
Institucional	
Vivienda	
Conexiones erradas	
Infiltración	

## 9.2 POBLACIÓN:

Esta es calculada a partir de los datos que deben ser suministrados por el diseñador en la tabla superior derecha de la hoja de cálculo en las columnas AC y AD: datos de población, número de habitantes por vivienda (# hab / viv), el número de estas por unidad de área (Dviv) o densidad de población (si se introducen los datos anteriores, esta celda es calculada), y la dotación per cápita en l/hab/día.

*Figura 12: Datos de población*

Datos de población	
# hab / viv	
Dviv (viv/ha)	
Dpob (hab/ha)	
d percápita	

## 9.3 TRAMO:

- En estas casillas se pone la identificación de cada uno de los tramos.
- En la columna inicial se pone un 1 para indicar que es un tramo inicial, en los otros tramos esta columna se deja vacía. En la columna B (DE) digite el número o letra de identificación de la cámara inicial y en la columna C (A) la información del final del tramo. Si son tramos continuos, la cámara inicial la toma por defecto cuando ingrese el dato de la cámara final siguiente.

## 9.4 ÁREA TRIBUTARIA

- **Área propia:** Escriba el valor del área aportada por el tramo en hectáreas (Ha), para cada uno de los tipos de áreas: Comercial, industrial, Institucional y vivienda

- **Otras:** son áreas aportadas por otros tramos que llegan al tramo en cuestión. Está formulado para que tome el valor del área acumulada del tramo anterior. Si es un pozo al que confluyen dos o más áreas se debe MODIFICAR la ecuación para que al final no solamente acumule el pozo inmediatamente anterior, sino los demás que aportan a ese tramo.
- **Área Acumulada:** Es la suma del área propia + otras.

## 9.5 DISEÑO HIDRÁULICO

- **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.
- **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 2.0 y 3.0.

$$F = \frac{3.5}{P^{0.10}}$$

- **Caudal máximo horario (QMH):** Se estima a partir del caudal medio diario, mediante el uso del factor de mayoración, F.

- **Caudales por conexiones erradas e infiltración (QCE y QINF):** son calculadas a partir de las áreas tributarias y las contribuciones definidas anteriormente.
- **Caudal de diseño (QD):** 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 (%).
- **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. Únicamente se puede ingresar los valores de las tuberías fabricadas por PAVCO SA, las características de las tuberías que se pueden utilizar para realizar los diseños se muestran a continuación en la tabla 16.

**Tabla 16:** Tabla de las características de las tuberías disponibles.

DATOS DE TUBERIA W-Reten, NOVALOC, NOVAFORT										
Diámetro Nominal		Diámetro Interno mm	Diámetro Externo m	Rigidez		Bd m	n	Long efec	Norma	Nombre
				psi	Kg/m <sup>2</sup>					
4	pulgadas	100.70	0.11	46.00	32348.80	0.51	0.009		NTC-1748	W-Reten
6	pulgadas	151.60	0.16	28.00	19690.58	0.56	0.009		NTC-1748	W-Reten
8	pulgadas	203.20	0.21	28.00	19690.58	0.61	0.009		NTC-1748	W-Reten
10	pulgadas	253.90	0.27	28.00	19690.58	0.67	0.009		NTC-1748	W-Reten
12	pulgadas	302.30	0.32	28.00	19690.58	0.72	0.009		NTC-1748	W-Reten
24	pulgadas	595.12	0.63	10.00	7032.35	1.05	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
27	pulgadas	671.01	0.71	10.00	7032.35	1.15	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
30	pulgadas	747.01	0.79	10.00	7032.35	1.20	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
33	pulgadas	823.09	0.86	10.00	7032.35	1.26	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
36	pulgadas	899.03	0.95	10.00	7032.35	1.35	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
39	pulgadas	974.98	1.03	10.00	7032.35	1.46	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
42	pulgadas	1050.93	1.10	10.00	7032.35	1.50	0.010	6.50	NTC-5070	NOVALOC
45	pulgadas	1127.00	1.18	10.00	7032.35	1.78	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
48	pulgadas	1202.94	1.27	10.00	7032.35	1.87	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
51	pulgadas	1295.00	1.36	10.00	7032.35	1.96	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
54	pulgadas	1355.09	1.42	10.00	7032.35	2.02	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
60	pulgadas	1507.24	1.58	8.00	5625.88	2.18	0.010	6.00	NTC-5070	NOVALOC
110-S8	mm	99.00	0.11	57.00	40084.39	0.50	0.009	5.92	NTC-3722-1 S8	NOVAFORT
160-S8	mm	145.00	0.16	57.00	40084.39	0.60	0.009	5.91	NTC-3722-1 S8	NOVAFORT
200-S8	mm	182.00	0.20	57.00	40084.39	0.60	0.009	5.91	NTC-3722-1 S8	NOVAFORT
250-S8	mm	227.00	0.25	57.00	40084.39	0.65	0.009	5.88	NTC-3722-1 S8	NOVAFORT
315-S8	mm	284.00	0.32	57.00	40084.39	0.75	0.009	5.88	NTC-3722-1 S8	NOVAFORT
400-S8	mm	362.00	0.40	57.00	40084.39	0.80	0.009	5.85	NTC-3722-1 S8	NOVAFORT
450-S8	mm	407.00	0.45	57.00	40084.39	0.85	0.009	5.79	NTC-3722-1 S8	NOVAFORT
500-S8	mm	452.00	0.50	57.00	40084.39	0.90	0.009	5.76	NTC-3722-1 S8	NOVAFORT
200-S4	mm	185.00	0.20	28.00	19690.58	0.60	0.009	5.88	NTC-3722-1 S4	NOVAFORT
250-S4	mm	231.00	0.25	28.00	19690.58	0.65	0.009	5.87	NTC-3722-1 S4	NOVAFORT
315-S4	mm	291.00	0.32	28.00	19690.58	0.72	0.009	5.81	NTC-3722-1 S4	NOVAFORT
355-S4	mm	328.00	0.36	28.00	19690.58	0.76	0.009	5.81	NTC-3722-1 S4	NOVAFORT
400-S4	mm	370.00	0.40	28.00	19690.58	0.80	0.009	5.77	NTC-3722-1 S4	NOVAFORT
24-S4	pulgadas	595.00	0.66	28.00	19690.58	1.06	0.009	5.65	NTC-3722-1 S4	NOVAFORT
27-S4	pulgadas	670.00	0.73	28.00	19690.58	1.13	0.009	5.61	NTC-3722-1 S4	NOVAFORT
30-S4	pulgadas	747.00	0.81	28.00	19690.58	1.21	0.009	5.55	NTC-3722-1 S4	NOVAFORT

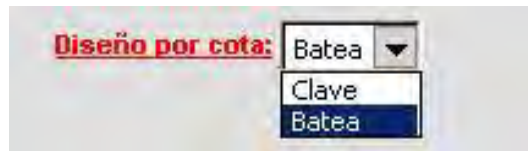
- **Diámetro Interior:** es el diámetro interior del diámetro nominal elegido.
- **n:** el valor del coeficiente de Manning de acuerdo al diámetro nominal elegido. Para tuberías NOVAFORT es de 0.009 y NOVALOC de 0.010.
- Los valores de V, Q, q/Q, v, Y, y/d, F, t se calculan de la misma forma que se mostró 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. Las tuberías de PAVCO trabajan a velocidades hasta de 10 m/s.
- La relación  $q/Q$  debe ser menor o igual a 0.85.
- La relación  $Y/d$  deber ser menor o igual al 85%.
- El esfuerzo cortante debe ser mayor igual de 0.15 Kg/m<sup>2</sup>.

## 9.6 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 (Ver Figura 13)

*Figura 13: Selección del tipo de diseño*



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

- **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 o 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 esta ecuación da 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 ecuación para que se

tome la cota batea del tramo más bajo y con mayor caída por conservación de energía.

- **Cota rasante:** Es la cota del terreno
- **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 Figura 14).

*Figura 14: Especificación de Tipo de rasante*

Tipo de rasante	Recubrimiento $\geq 0.90$ m	
	Super	Infer
1	0.90	1.06
1	1.05	1.16
1	0.90	0.90
1	Pavimento 1	0.90
1	Afirmado 2	0.90
1	Andén 3	0.90
1	Zona Verde 4	1.49
1	0.90	0.97
1	1.55	1.55

- **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 resaltaré 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.
- **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 ecuación 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.
- **Cabeza de energía**  $\left(\frac{V^2}{2g}\right)$  = Calcula la cabeza energía en ese tramo.
- **Energía Especifica:** Es la cabeza de energía + la altura de la lámina de agua.

- **Alineamiento:** Es la pendiente del terreno en %, calculada como

$$\frac{cot a_{RasanteSup} - Cota_{RasanteInf}}{Distancia} * 100$$

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

- **Régimen subcrítico**

**Perdida de energía por cambio de dirección del colector principal**

**(HC):** Según la relación  $rc/\phi$ , donde  $rc$  es el radio de curvatura y  $\phi$  el diámetro.

**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.

**Perdida de energía por intersección (He)**

**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<sub>c</sub>**= Energía específica para las condiciones de flujo crítico

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

**H<sub>e</sub>**= 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.

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

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<sub>e</sub> 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.

## **10 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS**

Para el tratamiento de aguas del corregimiento Minas de Iracal Municipio de Pueblo Bello -Cesar, se plantea un sistema de tratamiento de aguas residuales con el fin de:

- Eliminar la materia flotante del efluente doméstico.
- Reducir la carga orgánica; DBO<sub>5</sub> en más del 80%del total.
- Reducir los sólidos disueltos, sólidos suspendidos y sólidos totales en más del 80% del total.
- Lograr la remoción de partículas contaminantes.
- Estabilizar el pH para mantenerlo entre 5.0 y 9.0 unidades.
- Mantener la temperatura del efluente por debajo de 40°C.
- Reducir los sólidos sedimentables a menos de 10.0ml/l.
- Disponer adecuadamente los lodos resultantes del tratamiento de aguas residuales, a través de un operador debidamente autorizado por la Corporación Autónoma Regional del cesar para tal actividad.

La selección de un proceso de tratamiento, o de la combinación adecuada de ellos, depende principalmente de:

- Las características del agua cruda.
- La calidad requerida del Efluente.
- La disponibilidad de terreno.
- Los costos de construcción y operación del sistema de tratamiento.
- La confiabilidad del sistema de tratamiento.
- La facilidad de optimización del proceso para satisfacer requerimientos futuros más exigentes.

La mejor alternativa de tratamiento se selecciona con base en el estudio individual de cada caso, de acuerdo con las eficiencias de remoción requeridas y con la capacidad socioeconómica de la población.

La aceptación por parte de la comunidad de alguna de estas tecnologías es fundamental, ya que la incorporación de estos sistemas a la vida de todos los habitantes requiere del cambio de hábitos y conductas de la población en lo que respecta a la higiene personal, el uso del agua y el manejo, tratamiento y destino de las aguas residuales domésticas.

Es esencial que haya participación ciudadana y que el proyecto de alcantarillado tenga aceptación social, toda vez que, como ya se dijo, su uso no implica cambios culturales y restricciones en su utilización al compararlo con el alcantarillado convencional pero si puede haber diferencias en la operación y el mantenimiento.

A partir de estos conceptos, para dar solución al problema de las aguas residuales domésticas del corregimiento de Minas de Iracal Municipio de Pueblo Bello – Cesar se seleccionaron como unidades de tratamiento las siguientes:

- Trampas de Grasas.
- Pozo séptico.
- Filtro Anaeróbico de flujo Ascendente (FAFA).
- Campo de infiltración.

## **11 DISEÑO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO**

### **11.1 TRAMPAS DE GRASAS<sup>5</sup>:**

- Son tanques pequeños de flotación donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. No lleva partes mecánicas y el diseño es parecido al de un tanque séptico. Recibe nombres específicos según al tipo de material flotante que vaya a removerse.
- Domiciliar: Normalmente recibe residuos de cocinas y está situada en la propia instalación predial del alcantarillado.
- Colectiva: Son unidades de gran tamaño y pueden atender conjuntos de residencias e industrias
- En Sedimentadores: Son unidades adaptadas en los sedimentadores (primarios en general), las cuales permiten recoger el material flotante en dispositivos convenientemente proyectados, para encaminarlo posteriormente a las unidades de tratamiento de lodos. (RAS 2.000.Tratamiento de Aguas Residuales Municipales).

**11.2 TANQUE SÉPTICO** (RAS 2.000.Título E.Tratamiento de Aguas Residuales Municipales): Son tanques generalmente subterráneos, sellados, diseñados y construidos para el saneamiento rural. Deben llevar un sistema de pos tratamiento. Se recomiendan solamente para:

- Áreas desprovistas de redes públicas de alcantarillados.
- Alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que cuentan con redes de alcantarillado locales.

---

<sup>5</sup> (RAS 2.000.Título E.Tratamiento de Aguas Residuales Municipales)

- Retención previa de los sólidos sedimentables, cuando la red de alcantarillado presenta diámetros reducidos.
- No está permitido que les entre:
- Aguas lluvias ni desechos capaces de causar interferencia negativa en cualquier fase del proceso de tratamiento.
- Los efluentes a tanques sépticos no deben ser dispuestos directamente en un cuerpo de agua superficial. Deben ser tratados adicionalmente para mejorar la calidad del vertimiento.

### **Tipos**

Se permiten los siguientes tipos de pozos sépticos:

- Tanques convencionales de dos compartimentos.
- Equipados con un filtro anaerobio.
- Según el material: de concreto o de fibra de vidrio o de otros materiales apropiados.
- Según la geometría: rectangulares o cilíndricos

### **11.3 FILTRO ANAEROBIO DE FLUJO ASCENDENTE:**

Esta unidad conformará la segunda fase del tratamiento y recibirá el agua procedente del tanque séptico. Tiene como objetivo mejorar el rendimiento en la remoción de la materia orgánica y los sólidos suspendidos presentes en el agua residual.

## Parámetros De Diseño

Se selecciona la alternativa de un Sistema séptico domiciliario (Rotoplast)

**Figura 15:** Sistema séptico domiciliario

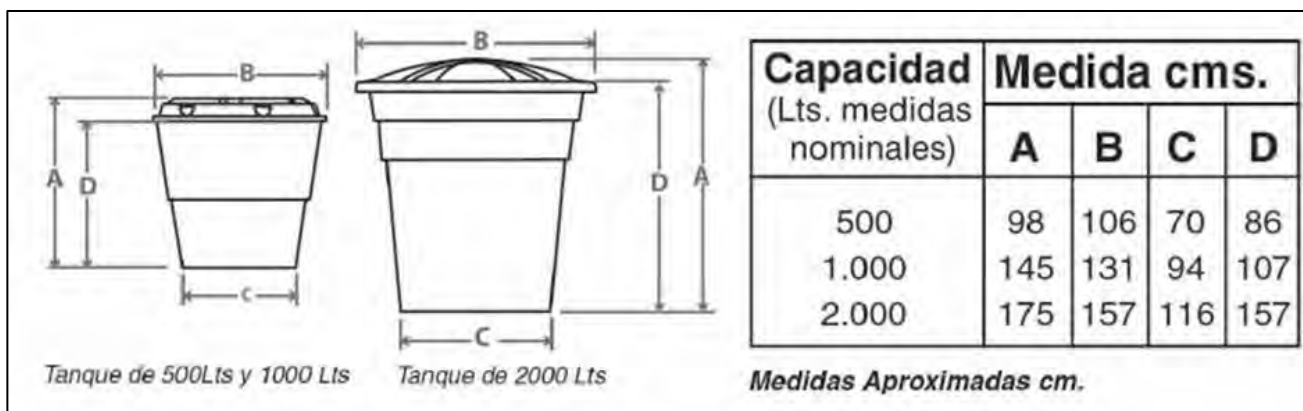


**Fuente:** <http://www.rotoplast.com.co/sistema-septico-domiciliario/>- catalogo línea ambiental.

El sistema consta de:

- Trampas de Grasas.
- Pozo séptico.
- Filtro Anaeróbico de flujo Ascendente (FAFA).

**Figura 16:** Capacidad del sistema séptico.



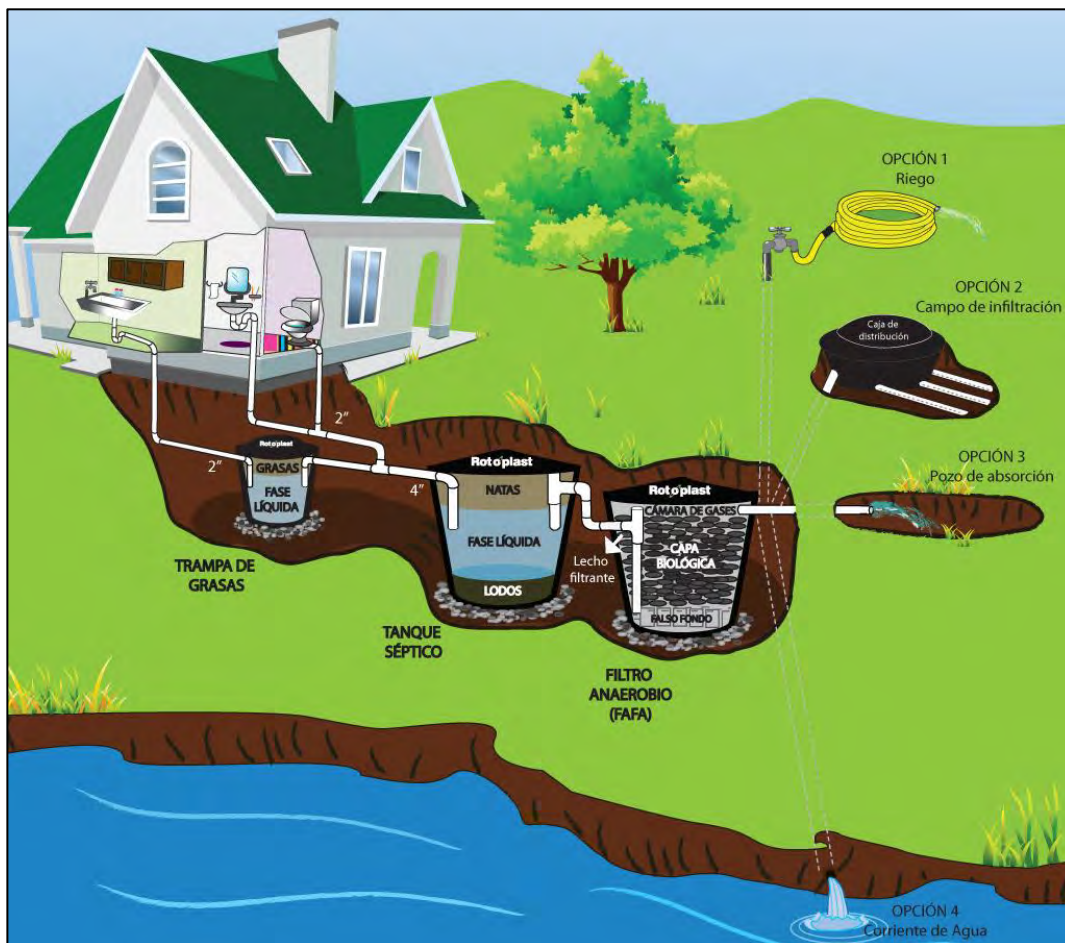
**Fuente:** <http://www.rotoplast.com.co/sistema-septico-domiciliario/>- catalogo línea ambiental.

## Capacidad

Los sistemas sépticos cónicos se ofrecen de 2.000 litros de capacidad (un tanque séptico de 1.000 lts, y un FAFA DE 1.000 lts, trampa de grasas de 250 lts), para viviendas hasta de 6 personas

Marca Rotoplast

**Figura 17:** Diagrama funcionamiento del sistema séptico domiciliario.



Fuente: <http://www.rotoplast.com.co/sistema-septico-domiciliario/> catalogo línea ambiental.

## **11.4 CAMPO DE INFILTRACIÓN<sup>6</sup>**

Luego de haber separado las grasas en una trampa y de haber hecho pasar las aguas sanitarias por un tanque séptico y un filtro anaerobio, este efluente parcialmente tratado puede ser llevado a un campo de infiltración.

Lo primero que debe realizarse para el emplazamiento de un sistema individual que contemple como disposición final un campo de infiltración, es evaluar si el suelo es apto para funcionar como sistema de depuración, para que posteriormente se proceda a calcular el área necesaria, a partir de la tasa de infiltración determinada por la prueba de infiltración.

El campo de infiltración consiste en una serie de zanjas, con tuberías enterradas que tienen perforaciones en la parte inferior y que reparten en el suelo, de forma homogénea el agua residual parcialmente tratada y clarificada, para permitir su tratamiento y disposición en el terreno, empleando los principios de la geodepuración.

### **Prueba de percolación o infiltración**

La prueba de Percolación o Infiltración evalúa la velocidad de entrada del agua al suelo. Es un parámetro crítico cuando se están haciendo diseños de campos de infiltración, pues ella define cuanto tiempo debe permanecer el agua sobre el suelo para que haya una adecuada percolación.

Se realizaron los ensayos de percolación e la zona destinada a la construcción del campo de infiltración los cuales arrojaron los siguientes resultados:

---

<sup>6</sup> (FUNDAMENTOS DE DISEÑO DE PLANTAS DEPURADORAS DE AGUAS RESIDUALES. Lección 40. Campo de Infiltración.)

*Tabla 17: Prueba de percolación o infiltración*

N° Prueba	Hora inicial	Hora final	Lectura inicial	Lectura final	Diferencia
1	2:00 pm	2:15 pm	0 cm	2 cm	2 cm
2	2:15 pm	2:30 pm	2 cm	3 cm	1 cm
3	2:30 pm	2:45 pm	3 cm	5 cm	2 cm
4	2:45 pm	3:00 pm	5 cm	7 cm	2 cm
5	3:00 pm	3:15 pm	7 cm	9 cm	2 cm
6	3:15 pm	3:30 pm	9 cm	12 cm	3 cm
7	3:30 pm	3:45 pm	12 cm	13 cm	1 cm
8	3:45 pm	4:00 pm	13 cm	15 cm	2 cm

**Fuente:** Autor

*Foto 8: Prueba de percolación inicial*



*Foto 9: Prueba de Percolación (medición)*



$$\text{Tasa de Infiltración} = \frac{15 \text{ minutos}}{2 \text{ centímetros}}$$

$$\text{Tasa de Infiltración} = 7,5 \text{ min/cm}$$

Una vez que se ha determinado la tasa de infiltración (min/cm) con la prueba en campo, este valor se relacionará con los valores de carga hidráulica y absorción efectiva de la siguiente tabla 18.

**Tabla 18:** Valores de carga hidráulica y absorción efectiva

Tasa de infiltración (min/cm)	C.hidráulico m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> *d o m/d	Ancho de zanja (m)	Profundidad de zanja (m)	Absorción efectiva	Separación zanjas
<0.40	<b>No es recomendable su uso</b>				
0.40-0.80	0.058	0.45	0.50 a 1.00	1.50	1.90
0.80-1.20	0.047	0.60	0.50 a 1.00	1.80	1.90
1.20-2.00	0.038	0.60	0.50 a 1.00	2.00	1.90
2.00-4.00	0.030	1.00	0.50-1.25	2.40	2.30
4.00-12.00	0.016	1.25	0.50-1.25	3.00	2.80
12.00-24.00	0.008	1.25	0.50-1.25	4.00	2.80
< 24	<b>No es recomendable su uso</b>				

**Fuente:** Lozano-Rivas, Material de clase para las asignaturas de Tratamiento de Aguas Residuales, 2012

Con los valores de tasa de infiltración, carga hidráulica y absorción efectiva, se procede a calcular la superficie útil del campo de infiltración, empleando la siguiente expresión:

$$A = \frac{Q}{C_h * A_e}$$

Donde,

$A$  = superficie útil del campo de infiltración ( $m^2$ ).

$Q$  = caudal medio diario de aguas residuales ( $m^3/d$ ).

$C_h$  = carga hidráulica (m/d)

$A_e$  = absorción efectiva ( $m^2/m$ )

Para un caudal de aguas residuales de  $662.7 m^3 /d$ . Las pruebas de infiltración dieron como resultado una tasa de infiltración de  $7,5 \text{ min/cm}$ , que corresponde a una carga hidráulica de  $0,016 \text{ m/d}$  y una absorción efectiva de  $3 m^2/m$

$$A = \frac{662.7m^3 /d}{0.016 m/d * 3 m^2/m}; A = 13806.25 m^2$$

El número de zanjas y tuberías perforadas se calcula así:

$$Nz = \frac{A}{b \times L}$$

Donde,

$A$  = superficie útil del campo de infiltración ( $m^2$ )

$b$  = ancho de zanja (m)

$l$  = longitud de zanja (m)

La máxima longitud de zanja permitida es de 25 m

Para una longitud de zanja de 18 m y un ancho de zanja de 1.25 m

$$Nz = \frac{13806.25m^2}{18m * 1.25m}; Nz = 614 \text{ zanjas}$$

## **11.5 GESTIÓN DE LODOS**

Los lodos y demás desechos provenientes del sistema de tratamiento de aguas residuales serán dispuestos a través de un operador debidamente autorizado por la Corporación Autónoma Regional del Cesar. La selección de la empresa prestadora de servicio se realizará en el momento de hacer la limpieza teniendo en cuenta los criterios de economía, calidad del servicio y presentación de certificados de autorización por parte de las autoridades ambientales.

Estos se generaran principalmente en el pozo séptico y, en menor proporción, en el filtro anaerobio y trampa de grasas.

## **12 CONCLUSIONES**

Se diseñó la red de alcantarillado sanitario del corregimiento de Minas de Iracal, jurisdicción del municipio de Pueblo Bello, Cesar con el fin de obtener una totalidad en la recolección de las aguas servidas, garantizando un mejor servicio en la disposición de estas.

Con base en los parámetros planeados por el reglamento del sector de agua potable y saneamiento básico, se determinaron datos como; el nivel de complejidad del sistema, el periodo de diseño, datos de población, y demás criterios para el diseño de la red de alcantarillado.

Teniendo en cuenta que el nivel de complejidad del corregimiento de Minas de Iracal es bajo y que la capacidad económica de sus habitantes es baja, se opta por diseñar un sistema de tratamiento de las aguas residuales compuesto por una trampa de grasas, pozo séptico, filtro anaeróbico y un campo de infiltración.

Se diseñó un alcantarillado sin arrastre de sólidos (ASAS), con todas las especificaciones técnicas exigidas según el Ras título D de 2016 y la resolución 0330 de 2017; de esta manera se propone un diseño de ingeniería óptimo, técnico y económico.

### **13 RECOMENDACIONES**

Debido a la problemática evidenciada en la disposición inadecuada de las aguas residuales en la cabecera municipal del corregimiento de Minas de Iracal, se recomienda la inmediata construcción del sistema de drenaje sanitario para mejorar las condiciones de saneamiento de la población.

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.

Para optimizar el sistema de drenaje de aguas negras se recomienda la utilización de tubería PVC, ya que es de fácil instalación y evita la contaminación de las aguas subterráneas.

Las entidades encargadas de los servicios públicos deben realizar campañas de concientización para que los habitantes conecten sus viviendas a las redes de alcantarillado de manera que perciban la importancia para su bienestar y el desarrollo del municipio.

Se recomienda sembrar alguna especie de planta (grama), para que estas ayuden en el proceso de absorción del líquido proveniente del campo de infiltración

## **14 BIBLIOGRAFIA**

- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2016) REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO RAS-SECCIÓN II TITULO D Sistema de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales domésticas y aguas lluvias. RAS – SECCION II TITULO E: Tratamiento de aguas Residuales. Bogotá
- LOPEZ CUALLA, R. (1995) Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados: Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y MEDIO AMBIENTE. Redes de Alcantarillado Simplificado. Brasil. Vol. 1. p. 5.
- “Manual de Alcantarillado Sanitario” de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, México, 2007.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (2005) GUÍAS PARA EL DISEÑO DE TECNOLOGÍAS DE ALCANTARILLADO OPS/CEPIS/05.169 UNATSABAR. LIMA

- **Webgrafia**

RESOLUCION 0330 (2017) [On-line] Disponible en:

[https://www.minsalud.gov.co/Normatividad\\_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%200330%20de%202017.pdf](https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%200330%20de%202017.pdf)

RAS- TITULO D Sistema de Recolección y Evacuación de Aguas Residuales domésticas y aguas lluvias. (2016) [On-line] Disponible en:

[http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO\\_D.pdf](http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/TITULO_D.pdf)

RAS- TITULO E (2000) Tratamiento de aguas Residuales [On-line] Disponible en:

[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec\\_0948\\_1995.pd](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/decretos/54-dec_0948_1995.pd)

Código Sanitario Nacional Colombia LEY 9 (1979) [On-line] Disponible en:

[http://leyes.co/codigo\\_sanitario\\_nacional.htm](http://leyes.co/codigo_sanitario_nacional.htm)

# ANEXOS

**ANEXO 1: CALCULOS HIDRAULICOS DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.**

PAVCO

CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO - RAS 2017

Mexichén  
SOLUCIONES INTEGRAL

PROYECTO: ALCANTARILLADO TIPO ASA PARA MINAS DE IRACAL

NOTA: POR FAVOR UTILICE ÚNICAMENTE LAS CASILLAS QUE SE ENCUENTRAN EN COLOR AZUL.

DISEÑO: ANDREA OSIAS

[Volver al menú](#)

Contribución l/s/ha	
Comercial y/o Institucional	0,50
Industrial	
Vivienda	0,11
Conexiones erradas	0,20
Infiltración	0,15

Datos de población	
# hab / viv	5 hab / viv
Dviv (viv/ha)	18 viv / Ha
Dpob (hab/ha)	81,00 hab / Ha
d per cápita	140,00 (l/hab/día)

Tramo	Area Tributaria												Diseño Hidráulico																		
	Ha												Caudal																		
	De	A	Comercial y/o Institucional			Industrial			Vivienda			Area Acumul	Población	Q Medio Diario	F	Q <sub>IM</sub>	Q <sub>CE</sub>	Q <sub>NE</sub>	q	Long	Pend	Diam Nom min 200mm	Diam Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y/d	F
1		Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Area Propia	Otras	Area Acum	Total	hab	l/s		l/s	l/s	l/s	l/s	m	%	mm, "	m		m/s	l/s	≤1.0	m/s	m	≤85%		τ <sub>≥10</sub> kg/m <sup>2</sup>
1	10-2	10-1	0,34		0,34						0,34		0,17		0,17	0,07	0,05	1,50	57,13	6,30	110-S8	0,099	0,009	2,37	18,23	0,080	1,431	0,019	19,4%	3,94	0,73
	10-1	10		0,34	0,34						0,50	41	0,23	3,00	0,34	0,17	0,13	1,50	75,55	3,70	110-S8	0,099	0,009	1,82	13,97	0,110	1,185	0,022	22,1%	3,05	0,48
1	4	10									0,21	17	0,02	3,00	0,07	0,04	0,03	1,50	67,69	4,50	110-S8	0,099	0,009	2,00	15,41	0,100	1,270	0,021	21,1%	3,35	0,56
	10	11									0,25	78	0,11	3,00	0,32	0,19	0,14	1,50	47,68	4,50	110-S8	0,099	0,009	2,00	15,41	0,100	1,270	0,021	21,1%	3,35	0,56
1	8	11									0,25	41	0,06	3,00	0,17	0,10	0,08	1,50	82,04	3,80	160-S8	0,145	0,009	2,37	39,18	0,040	1,142	0,019	13,4%	3,16	0,46
	11	12									0,27	140	0,19	3,00	0,58	0,35	0,26	1,50	53,27	9,50	160-S8	0,145	0,009	3,75	61,94	0,020	1,573	0,016	10,7%	4,87	0,94
1	1	2									0,06	5	0,01	3,00	0,02	0,01	0,01	1,50	10,84	18,00	110-S8	0,099	0,009	4,00	30,82	0,050	2,069	0,015	15,0%	6,52	1,66
	2	3									0,17	19	0,03	3,00	0,08	0,05	0,03	1,50	62,82	19,75	110-S8	0,099	0,009	4,19	32,28	0,050	2,138	0,015	14,7%	6,82	1,78
	3	4									0,21	36	0,05	3,00	0,15	0,09	0,07	1,50	61,21	9,10	110-S8	0,099	0,009	2,85	21,91	0,070	1,628	0,018	17,7%	4,71	0,97
	4	7									0,08	42	0,06	3,00	0,17	0,10	0,08	1,50	11,89	4,00	110-S8	0,099	0,009	1,89	14,53	0,100	1,218	0,021	21,7%	3,16	0,51
1	5-1	5									0,09	7	0,01	3,00	0,03	0,02	0,01	1,50	8,98	0,70	110-S8	0,099	0,009	0,79	6,08	0,250	0,654	0,034	33,9%	1,33	0,13
	5	6									0,36	36	0,05	3,00	0,15	0,09	0,07	1,50	52,08	2,00	110-S8	0,099	0,009	1,33	10,27	0,150	0,952	0,026	25,8%	2,25	0,30
	6	7									0,21	53	0,07	3,00	0,22	0,13	0,10	1,50	37,09	2,20	110-S8	0,099	0,009	1,40	10,77	0,140	0,985	0,025	25,2%	2,36	0,32
	7	8									0,06	100	0,14	3,00	0,42	0,25	0,19	1,50	36,93	4,20	110-S8	0,099	0,009	1,93	14,89	0,100	1,239	0,021	21,4%	3,24	0,53
	8	9									0,19	116	0,16	3,00	0,48	0,29	0,21	1,50	49,78	6,20	110-S8	0,099	0,009	2,35	18,09	0,080	1,422	0,019	19,5%	3,91	0,72

9	12							0,53	1,43	1,96	1,96	159	0,22	3,00	0,66	0,39	0,29	1,50	91,02	2,00	110-S8	0,099	0,009	1,33	10,27	0,150	0,952	0,026	25,8%	2,25	0,30
12	13							0,15	1,96	3,84	3,84	311	0,43	3,00	1,29	0,77	0,58	2,63	31,71	0,60	110-S8	0,099	0,009	0,73	5,63	0,470	0,719	0,048	48,1%	1,19	0,14
13	14							0,13	3,84	3,97	3,97	322	0,44	3,00	1,33	0,79	0,60	2,72	22,73	0,60	110-S8	0,099	0,009	0,73	5,63	0,480	0,725	0,049	49,0%	1,19	0,15
1	15	14						0,09		0,09	0,09	7	0,01	3,00	0,03	0,02	0,01	1,50	34,60	1,00	110-S8	0,099	0,009	0,94	7,26	0,210	0,743	0,031	30,8%	1,60	0,17
14	16							0,12	0,09	4,18	4,18	339	0,47	3,00	1,40	0,84	0,63	2,86	24,95	0,60	110-S8	0,099	0,009	0,73	5,63	0,510	0,734	0,050	50,5%	1,18	0,15
16	17							0,27	4,18	4,45	4,45	360	0,50	3,00	1,49	0,89	0,67	3,05	45,73	0,60	110-S8	0,099	0,009	0,73	5,63	0,540	0,745	0,052	52,4%	1,17	0,15
17	18							0,14	4,45	4,59	4,59	372	0,51	3,00	1,54	0,92	0,69	3,14	19,42	0,80	110-S8	0,099	0,009	0,84	6,50	0,480	0,837	0,049	49,0%	1,37	0,20
18	19							0,29	4,59	4,88	4,88	395	0,54	3,00	1,63	0,98	0,73	3,34	38,31	3,30	110-S8	0,099	0,009	1,71	13,20	0,250	1,430	0,034	34,3%	2,89	0,62
19	20							0,32	4,88	5,20	5,20	421	0,58	3,00	1,74	1,04	0,78	3,56	33,73	3,30	110-S8	0,099	0,009	1,71	13,20	0,270	1,455	0,035	35,5%	2,89	0,64
20	21							0,32	5,20	5,52	5,52	447	0,62	3,00	1,85	1,10	0,83	3,78	21,12	2,20	110-S8	0,099	0,009	1,40	10,77	0,350	1,276	0,040	40,9%	2,33	0,47
21	22	0,10			0,10			0,17	5,52	5,69	5,79	461	0,68	3,00	1,95	1,16	0,87	3,98	45,81	5,30	110-S8	0,099	0,009	2,17	16,72	0,240	1,781	0,033	33,2%	3,67	0,97
1	23	22	0,15		0,15			0,14		0,14	0,29	11	0,09	3,00	0,12	0,06	0,04	1,50	42,09	4,30	110-S8	0,099	0,009	1,96	15,06	0,100	1,250	0,021	21,3%	3,28	0,54
22	25		0,15	0,15				0,30	0,14	6,13	6,28	497	0,76	3,00	2,13	1,26	0,94	4,32	36,97	4,00	110-S8	0,099	0,009	1,89	14,53	0,300	1,646	0,037	37,4%	3,17	0,81
25	26		0,15	0,15				0,23	6,13	6,36	6,51	515	0,78	3,00	2,20	1,30	0,98	4,48	27,47	3,00	110-S8	0,099	0,009	1,63	12,58	0,360	1,497	0,041	41,2%	2,72	0,65
26	27		0,15	0,15				0,26	6,36	6,62	6,77	536	0,81	3,00	2,29	1,35	1,02	4,66	36,68	1,50	110-S8	0,099	0,009	1,16	8,90	0,520	1,169	0,051	51,4%	1,86	0,38
1	28	27						0,26		0,26	0,26	21	0,03	3,00	0,09	0,05	0,04	1,50	66,78	2,80	110-S8	0,099	0,009	1,58	12,15	0,120	1,073	0,023	23,7%	2,66	0,39
27	32							0,28	0,26	7,16	7,16	580	0,80	3,00	2,40	1,43	1,07	4,90	51,51	3,50	110-S8	0,099	0,009	1,77	13,59	0,360	1,622	0,041	41,5%	2,94	0,76
32	33							0,28	7,16	7,44	7,44	603	0,83	3,00	2,49	1,49	1,12	5,09	54,78	2,50	110-S8	0,099	0,009	1,49	11,49	0,440	1,447	0,046	46,6%	2,45	0,59
1	23	24						0,21		0,21	0,21	17	0,02	3,00	0,07	0,04	0,03	1,50	60,91	0,70	110-S8	0,099	0,009	0,79	6,08	0,250	0,654	0,034	33,9%	1,33	0,13
24	29							0,18	0,21	0,39	0,39	32	0,04	3,00	0,13	0,08	0,06	1,50	72,52	3,00	110-S8	0,099	0,009	1,63	12,58	0,120	1,100	0,023	23,3%	2,75	0,41
29	30							0,29	0,39	0,68	0,68	55	0,08	3,00	0,23	0,14	0,10	1,50	107,39	2,90	110-S8	0,099	0,009	1,61	12,37	0,120	1,087	0,023	23,5%	2,70	0,40
30	31							0,16	0,68	0,84	0,84	68	0,09	3,00	0,28	0,17	0,13	1,50	50,52	2,10	110-S8	0,099	0,009	1,37	10,53	0,140	0,969	0,025	25,5%	2,31	0,31
1	23	28						0,30		0,30	0,30	24	0,03	3,00	0,10	0,06	0,05	1,50	75,66	3,90	110-S8	0,099	0,009	1,86	14,34	0,100	1,207	0,022	21,8%	3,12	0,50
1	29	28						0,20		0,20	0,20	16	0,02	3,00	0,07	0,04	0,03	1,50	58,54	1,00	110-S8	0,099	0,009	0,94	7,26	0,210	0,743	0,031	30,8%	1,60	0,17
28	31							0,38	0,20	0,58	0,58	47	0,06	3,00	0,19	0,12	0,09	1,50	111,08	3,30	110-S8	0,099	0,009	1,71	13,20	0,110	1,138	0,023	22,8%	2,88	0,44
31	33							0,15	0,58	1,57	1,57	127	0,18	3,00	0,53	0,31	0,24	1,50	52,27	2,00	110-S8	0,099	0,009	1,33	10,27	0,150	0,952	0,026	25,8%	2,25	0,30
33	34							0,23	1,57	9,24	9,24	748	1,03	3,00	3,09	1,85	1,39	6,33	48,97	3,30	110-S8	0,099	0,009	1,71	13,20	0,480	1,696	0,048	48,8%	2,79	0,80
34	35							0,13	9,24	9,37	9,37	759	1,05	3,00	3,14	1,87	1,41	6,42	31,16	4,50	110-S8	0,099	0,009	2,00	15,41	0,420	1,910	0,045	45,0%	3,30	1,04
35	36							0,24	9,37	9,61	9,61	778	1,07	3,00	3,22	1,92	1,44	6,58	60,54	3,20	110-S8	0,099	0,009	1,69	12,99	0,510	1,693	0,050	50,4%	2,73	0,80
36	37							0,31	9,61	9,92	9,92	804	1,11	3,00	3,32	1,98	1,49	6,79	59,43	2,40	110-S8	0,099	0,009	1,46	11,25	0,600	1,530	0,055	56,0%	2,30	0,64
37	37-1							0,35	9,92	10,27	10,27	832	1,15	3,00	3,44	2,05	1,54	7,03	65,14	3,50	110-S8	0,099	0,009	1,77	13,59	0,520	1,781	0,051	51,0%	2,84	0,88
37-1	38							0,35	10,27	10,62	10,62	860	1,18	3,00	3,55	2,12	1,59	7,27	66,22	3,00	110-S8	0,099	0,009	1,63	12,58	0,580	1,693	0,054	54,6%	2,59	0,78
38	39							0,09	10,62	10,71	10,71	868	1,19	3,00	3,58	2,14	1,61	7,33	18,04	4,20	110-S8	0,099	0,009	1,93	14,89	0,490	1,927	0,049	49,6%	3,13	1,03
39	40							0,10	10,71	10,81	10,81	876	1,21	3,00	3,62	2,16	1,62	7,40	42,95	16,00	110-S8	0,099	0,009	3,77	29,06	0,250	3,154	0,034	34,4%	6,37	3,02

	39	40							0,10	10,71	10,81	10,81	876	1,21	3,00	3,62	2,16	1,62	7,40	42,95	16,00	110-S8	0,099	0,009	3,77	29,06	0,250	3,154	0,034	34,4%	6,37	3,02	
	40	41							0,14	10,81	10,95	10,95	887	1,22	3,00	3,66	2,19	1,64	7,50	5,69	0,30	160-S8	0,145	0,009	0,67	11,01	0,680	0,717	0,088	60,5%	0,84	0,12	
	41	42							0,10	10,95	11,05	11,05	895	1,23	3,00	3,70	2,21	1,66	7,57	21,34	0,30	160-S8	0,145	0,009	0,67	11,01	0,690	0,718	0,088	60,9%	0,84	0,12	
	42	43							0,14	11,10	11,24	11,24	910	1,25	3,00	3,76	2,25	1,69	7,70	21,41	0,30	160-S8	0,145	0,009	0,67	11,01	0,700	0,721	0,089	61,6%	0,84	0,12	
1	46	45							0,42		0,42	0,42	34	0,05	3,00	0,14	0,08	0,06	1,50	52,98	0,80	160-S8	0,145	0,009	1,09	17,97	0,080	0,660	0,028	19,5%	1,50	0,14	
	45	44							0,37	0,42	0,79	0,79	64	0,09	3,00	0,26	0,16	0,12	1,50	60,92	0,65	160-S8	0,145	0,009	0,98	16,20	0,090	0,613	0,030	20,6%	1,35	0,12	
	44	43							0,19	0,79	0,98	0,98	79	0,11	3,00	0,33	0,20	0,15	1,50	28,45	0,65	160-S8	0,145	0,009	0,98	16,20	0,090	0,613	0,030	20,6%	1,35	0,12	
	43	47								0,98	12,22	12,22	990	1,36	2,49	3,39	2,44	1,83	7,67	35,14	0,50	160-S8	0,145	0,009	0,86	14,21	0,540	0,877	0,076	52,3%	1,14	0,19	
	47	ptar								12,22	12,22	12,22	990	1,36	2,49	3,39	2,44	1,83	7,67	89,23	1,50	160-S8	0,145	0,009	1,49	24,61	0,310	1,317	0,056	38,3%	2,07	0,45	

**PAVCO**

**CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO**

PROYECTO: ALCANTARILLADO TIPO ASA PARA MINAS DE IRACAL

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 por cota:

DISEÑO: ANDREA OSIAS

[Volver al menú](#)

PERFIL HIDRÁULICO																										
Inicio	Tramo		Caída	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		V <sup>2</sup> /2g	Energía específica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO					
	De	A		Tramo m	Super	Infer	Super		Infer	1,2,3,4 ó 5		Super	Infer				1	Super	Infer	m	m	%	r/c/h	HC	0.2 D H <sub>v</sub>	Hp
1	10-2	10-1	3,60	358,24	354,64	358,89	355,44		0,65	0,80		358,13	354,53	0,10	0,12	6,04	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	10-1	10	2,80	354,64	351,84	355,44	352,68		0,80	0,84		354,53	351,74	0,07	0,09	3,65	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
1	4	10	3,05	354,77	351,73	355,42	352,68		0,65	0,95		354,67	351,62	0,08	0,10	4,05	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	10	11	2,15	351,73	349,58	352,68	350,50		0,95	0,92	1	351,62	349,48	0,08	0,10	4,57	4					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
1	8	11	3,12	352,79	349,67	353,39	350,50		0,60	0,83		352,64	349,52	0,07	0,09	3,52	4					0,03	0,060	0,05	0,00	1,2
	11	12	5,06	349,63	344,57	350,50	345,44		0,87	0,87	1	349,48	344,42	0,13	0,14	9,50	6					0,03	0,060	0,05	0,00	1,2
1	1	2	1,95	374,52	372,57	375,17	373,38		0,65	0,81		374,42	372,47	0,22	0,23	16,51	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	2	3	12,41	372,56	360,15	373,38	360,94		0,82	0,79		372,45	360,05	0,23	0,25	19,80	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	3	4	5,57	360,15	354,58	360,94	355,42		0,79	0,84		360,05	354,48	0,14	0,15	9,02	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	4	7	0,48	354,58	354,11	355,42	354,92		0,84	0,81		354,48	354,00	0,08	0,10	4,21	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
1	5-1	5	0,06	356,02	355,96	356,67	357,10		0,65	1,14		355,92	355,86	0,02	0,06	-4,79	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	5	6	1,04	355,95	354,90	357,10	355,80		1,15	0,90		355,84	354,80	0,05	0,07	2,50	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	6	7	0,82	354,90	354,08	355,80	354,92		0,90	0,84		354,80	353,98	0,05	0,07	2,37	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	7	8	1,55	354,08	352,53	354,92	353,39		0,84	0,86	1	353,98	352,43	0,08	0,10	4,14	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	8	9	3,09	352,51	349,42	353,39	350,27		0,88	0,85		352,41	349,32	0,10	0,12	6,27	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	9	12	1,82	349,42	347,60	350,27	348,44		0,85	0,84		349,32	347,50	0,05	0,07	2,01	6					0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	12	13	0,19	344,52	344,33	348,44	347,42		3,92	3,09	1	344,42	344,23	0,03	0,07	3,22	6					0,05	0,272	0,07	0,00	1,2

	13	14	0,14	344,33	344,19	347,42	346,76		3,09	2,57		344,23	344,09	0,03	0,08	2,90	6			0,05	0,281	0,07	0,00	1,2
1	15	14	0,35	346,19	345,85	346,84	346,76		0,65	0,91		346,09	345,74	0,03	0,06	0,23	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	14	16	0,15	344,19	344,04	346,76	346,18		2,57	2,14	1	344,09	343,94	0,03	0,08	2,32	6			0,05	0,296	0,08	0,00	1,2
	16	17	0,27	344,04	343,77	346,18	344,78		2,14	1,01		343,94	343,66	0,03	0,08	3,06	6			0,06	0,315	0,08	0,00	1,2
	17	18	0,16	343,76	343,61	344,78	344,37		1,02	0,76		343,66	343,50	0,04	0,08	2,11	6			0,06	0,325	0,08	0,00	1,2
	18	19	1,26	343,55	342,29	344,37	343,18		0,82	0,89		343,45	342,19	0,10	0,14	3,11	6			0,06	0,346	0,08	0,00	1,2
	19	20	1,11	342,28	341,17	343,18	342,04		0,90	0,87		342,18	341,07	0,11	0,14	3,38	6			0,06	0,368	0,09	0,00	1,2
	20	21	0,46	341,17	340,71	342,04	341,61		0,87	0,90		341,07	340,60	0,08	0,12	2,04	6			0,06	0,391	0,09	0,00	1,2
	21	22	2,43	340,64	338,21	341,61	339,07		0,97	0,86		340,53	338,10	0,16	0,19	5,54	6			0,06	0,412	0,09	0,01	1,2
1	23	22	1,81	340,05	338,24	340,70	339,07		0,65	0,83		339,95	338,14	0,08	0,10	3,87	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	22	25	1,48	338,21	336,73	339,07	337,59		0,86	0,86	1	338,10	336,62	0,14	0,18	4,00	6			0,07	0,447	0,10	0,01	1,2
	25	26	0,82	336,73	335,91	337,59	336,99		0,86	1,08		336,62	335,80	0,11	0,15	2,18	6			0,07	0,464	0,10	0,01	1,2
	26	27	0,55	335,91	335,36	336,99	336,22		1,08	0,86		335,80	335,25	0,07	0,12	2,10	6			0,07	0,482	0,10	0,01	1,2
1	28	27	1,87	337,28	335,41	337,93	336,22		0,65	0,81		337,18	335,31	0,06	0,08	2,56	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	27	32	1,80	335,36	333,55	336,22	334,46		0,86	0,91	1	335,25	333,45	0,13	0,18	3,42	6			0,07	0,507	0,11	0,01	1,2
	32	33	1,37	333,55	332,18	334,46	333,09		0,91	0,91		333,45	332,08	0,11	0,15	2,50	6			0,07	0,527	0,11	0,01	1,2
1	23	24	0,43	340,05	339,63	340,70	340,65		0,65	1,02		339,95	339,52	0,02	0,06	0,08	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	24	29	2,18	339,60	337,42	340,65	338,23		1,05	0,81		339,49	337,32	0,06	0,08	3,34	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	29	30	3,11	337,42	334,31	338,23	335,19		0,81	0,88		337,32	334,20	0,06	0,08	2,83	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	30	31	1,06	334,31	333,25	335,19	334,20		0,88	0,95		334,20	333,14	0,05	0,07	1,96	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
1	23	28	2,95	340,05	337,10	340,70	337,93		0,65	0,83		339,95	337,00	0,07	0,10	3,66	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
1	29	28	0,59	337,58	337,00	338,23	337,93		0,65	0,93	1	337,48	336,89	0,03	0,06	0,51	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	28	31	3,67	337,00	333,33	337,93	334,20		0,93	0,87	1	336,89	333,23	0,07	0,09	3,36	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	31	33	1,05	333,25	332,20	334,20	333,09		0,95	0,89	1	333,14	332,10	0,05	0,07	2,12	6			0,04	0,155	0,05	0,00	1,2
	33	34	1,62	332,08	330,46	333,09	331,43		1,01	0,97	1	331,97	330,36	0,15	0,19	3,39	6			0,08	0,654			1,2
	34	35	1,40	330,43	329,03	331,43	329,90		1,00	0,87		330,32	328,92	0,19	0,23	4,91	6			0,08	0,664			1,2
	35	36	1,94	329,03	327,09	329,90	327,97		0,87	0,88		328,92	326,98	0,15	0,20	3,19	6			0,08	0,681			1,2
	36	37	1,43	327,09	325,66	327,97	326,62		0,88	0,96		326,98	325,56	0,12	0,17	2,27	6			0,09	0,703			1,2
	37	37-1	2,28	325,62	323,34	326,62	324,32		1,00	0,98		325,52	323,24	0,16	0,21	3,53	6			0,09	0,727			1,2
	37-1	38	1,99	323,34	321,36	324,32	322,33		0,98	0,97		323,24	321,25	0,15	0,20	3,01	6			0,09	0,752			1,2
	38	39	0,76	321,32	320,56	322,33	321,44		1,01	0,88		321,22	320,46	0,19	0,24	4,93	6			0,09	0,759			1,2
	39	40	6,87	320,26	313,39	321,44	314,32		1,18	0,93		320,16	313,28	0,51	0,54	16,58	4			0,09	0,766			1,2
	40	41	0,02	313,44	313,42	314,32	317,85		0,88	4,43		313,28	313,27	0,03	0,11	-62,04	4	0,001	0,00	0,00				
	41	42	0,06	313,42	313,35	317,85	316,94		4,43	3,59		313,27	313,20	0,03	0,11	4,26	4	0,001	0,00	0,00				



## ANEXO 2: DISEÑO Y REVISIÓN DE CIMENTACIÓN DE TUBERÍA PVC

PAVCO		CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO												Mexichem SOLUCIONES INTEGRALES						
<b>PROYECTO:</b> <u>ALCANTARILLADO TIPO ASA PARA MINAS DE IRACAL</u> NOTA: POR FAVOR UTILICE UNICAMENTE LAS CASILLAS QUE SE ENCUENTRAN EN COLOR ROJO.		<b>Tipo de Relleno a utilizar:</b> 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				<b>Tipo de carga de tráfico:</b> 1 Camión H20 1 2 Camiones H20 2 Autopista 3 Vía férrea 4 Aeropuerto 5 Peatonal 6		<b>Material de cimentación:</b> Roca Partida 1 GW, GP, SW, SP 2 GM, GC, SM, SC 3 ML, ML-CL, CL 4		<b>Grado de Compactación:</b> Suelto 1 <85% 2 85%-95% 3 >95% 4										
<b>DISEÑO:</b> <u>ANDREA OSIAS</u> <input type="button" value="Volver al menú"/>		<b>DISEÑO Y REVISION DE CIMENTACION DE TUBERIAS PVC</b>																		
Tramo		Diam	D Exterior	Altura	Pr. Suelo	Tipo de Relleno	Peso Unitario	Tipo de carga	CI	WL	Pv	Pt	Pt Crítico	DL	K	Rigidez Tubería	E'	Deflexión	Cimentación	
De	A	Nom mm,"	Bd m	Bc m	Rel. H m	P kg/m <sup>2</sup>				kg/m	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>			PSI	PSI	%<7,5	Material	Compactación
10-2	10-1	110-S8	0,51	0,11	0,65 0,73 0,80									1,00	0,10	57				
10-1	10	110-S8	0,51	0,11	0,80 0,82 0,84									1,00	0,10	57				
4	10	110-S8	0,51	0,11	0,65 0,80 0,95									1,00	0,10	57				
10	11	110-S8	0,51	0,11	0,95 0,93 0,92									1,00	0,10	57				

8	11	160-S8	0,56	0,16	0,71 0,83									1,00	0,10	57				
11	12	160-S8	0,56	0,16	0,87 0,87 0,87									1,00	0,10	57				
1	2	110-S8	0,51	0,11	0,65 0,73 0,81									1,00	0,10	57				
2	3	110-S8	0,51	0,11	0,82 0,80 0,79									1,00	0,10	57				
3	4	110-S8	0,51	0,11	0,79 0,81 0,84									1,00	0,10	57				
4	7	110-S8	0,51	0,11	0,84 0,83 0,81									1,00	0,10	57				
5-1	5	110-S8	0,51	0,11	0,65 0,89 1,14									1,00	0,10	57				
5	6	110-S8	0,51	0,11	1,15 1,03 0,90									1,00	0,10	57				
6	7	110-S8	0,51	0,11	0,90 0,87 0,84									1,00	0,10	57				
7	8	110-S8	0,51	0,11	0,84 0,85 0,86									1,00	0,10	57				
8	9	110-S8	0,51	0,11	0,88 0,86 0,85									1,00	0,10	57				

9	12	110-S8	0,51	0,11	0,85 0,84 0,84									1,00	0,10	57				
12	13	110-S8	0,51	0,11	3,92 3,50 3,09									1,00	0,10	57				
13	14	110-S8	0,51	0,11	3,09 2,83 2,57									1,00	0,10	57				
15	14	110-S8	0,51	0,11	0,65 0,78 0,91									1,00	0,10	57				
14	16	110-S8	0,51	0,11	2,57 2,35 2,14									1,00	0,10	57				
16	17	110-S8	0,51	0,11	2,14 1,58 1,01									1,00	0,10	57				
17	18	110-S8	0,51	0,11	1,02 0,89 0,76									1,00	0,10	57				
18	19	110-S8	0,51	0,11	0,82 0,85 0,89									1,00	0,10	57				
19	20	110-S8	0,51	0,11	0,90 0,88 0,87									1,00	0,10	57				
20	21	110-S8	0,51	0,11	0,87 0,89 0,90									1,00	0,10	57				
21	22	110-S8	0,51	0,11	0,97 0,92 0,86									1,00	0,10	57				

23	22	110-S8	0,51	0,11	0,65 0,74 0,83								1,00	0,10	57				
22	25	110-S8	0,51	0,11	0,86 0,86 0,86								1,00	0,10	57				
25	26	110-S8	0,51	0,11	0,86 0,97 1,08								1,00	0,10	57				
26	27	110-S8	0,51	0,11	1,08 0,97 0,86								1,00	0,10	57				
28	27	110-S8	0,51	0,11	0,65 0,73 0,81								1,00	0,10	57				
27	32	110-S8	0,51	0,11	0,86 0,89 0,91								1,00	0,10	57				
32	33	110-S8	0,51	0,11	0,91 0,91 0,91								1,00	0,10	57				
23	24	110-S8	0,51	0,11	0,65 0,83 1,02								1,00	0,10	57				
24	29	110-S8	0,51	0,11	1,05 0,93 0,81								1,00	0,10	57				
29	30	110-S8	0,51	0,11	0,81 0,84 0,88								1,00	0,10	57				
30	31	110-S8	0,51	0,11	0,88 0,92 0,95								1,00	0,10	57				



39	40	110-S8	0,51	0,11	1,18 1,06 0,93									1,00	0,10	57				
40	41	160-S8	0,56	0,16	0,88 2,66 4,43									1,00	0,10	57				
41	42	160-S8	0,56	0,16	4,43 4,01 3,59									1,00	0,10	57				
42	43	160-S8	0,56	0,16	3,59 3,38 3,17									1,00	0,10	57				
46	45	160-S8	0,56	0,16	0,60 1,27 1,95									1,00	0,10	57				
45	44	160-S8	0,56	0,16	1,95 2,19 2,44									1,00	0,10	57				
44	43	160-S8	0,56	0,16	2,44 2,70 2,97									1,00	0,10	57				
43	47	160-S8	0,56	0,16	3,17 2,88 2,59									1,00	0,10	57				
47	ptar	160-S8	0,56	0,16	2,62 1,52 0,41									1,00	0,10	57				

### ANEXO 3: CANTIDAD OBRA

PAVCO		CALCULO ALCANTARILLADO SANITARIO															Mexichem SOLUCIONES INTEGRALES		
PROYECTO:		ALCANTARILLADO TIPO ASA PARA MINAS DE IRACAL																	
DISEÑO:		ANDREA OSIAS																	
<input type="button" value="Volver al menú"/>																			
CANTIDADES DE OBRA - DATOS																			
Tramo De	A	Long m	Diam Nom mm,"	D Exterior Bc m	Bd m	Cota Terreno		Cota Clave		Recubrimiento		2e (m)= Diam Ext Cámara		Long real tubería m	Volumen tubería m <sup>3</sup>	Altura relleno final m	Entibado		
						Sup	Inf	Sup	Inf	Sup	Inf	Sup Di+2e	Inf Di+2e				Bd <sub>1</sub> =Bd+0.2 m	Volumen Exc m <sup>3</sup>	Area m <sup>2</sup> Continuo Alternado
10-2	10-1	57,13	110-S8	0,11	0,51	358,89	355,44	358,24	354,64	0,65	0,80	1,2	1,2	56,04	0,53	0,58			
10-1	10	75,55	110-S8	0,11	0,51	355,44	352,68	354,64	351,84	0,80	0,84	1,2	1,2	74,40	0,71	0,67			
4	10	67,69	110-S8	0,11	0,51	355,42	352,68	354,77	351,73	0,65	0,95	1,2	1,2	66,56	0,63	0,65			
10	11	47,68	110-S8	0,11	0,51	352,68	350,50	351,73	349,58	0,95	0,92	1,2	1,2	46,53	0,44	0,78			
8	11	82,04	160-S8	0,16	0,56	353,39	350,50	352,79	349,67	0,60	0,83	1,2	1,2	80,90	1,63	0,56			
11	12	53,27	160-S8	0,16	0,56	350,50	345,44	349,63	344,57	0,87	0,87	1,2	1,2	52,31	1,05	0,72			
1	2	10,84	110-S8	0,11	0,51	375,17	373,38	374,52	372,57	0,65	0,81	1,2	1,2	9,81	0,09	0,58			
2	3	62,82	110-S8	0,11	0,51	373,38	360,94	372,56	360,15	0,82	0,79	1,2	1,2	62,83	0,60	0,65			
3	4	61,21	110-S8	0,11	0,51	360,94	355,42	360,15	354,58	0,79	0,84	1,2	1,2	60,26	0,57	0,66			
4	7	11,89	110-S8	0,11	0,51	355,42	354,92	354,58	354,11	0,84	0,81	1,2	1,2	10,70	0,10	0,68			
5-1	5	8,98	110-S8	0,11	0,51	356,67	357,10	356,02	355,96	0,65	1,14	1,2	1,2	7,78	0,07	0,74			
5	6	52,08	110-S8	0,11	0,51	357,10	355,80	355,95	354,90	1,15	0,90	1,2	1,2	50,89	0,48	0,88			
6	7	37,09	110-S8	0,11	0,51	355,80	354,92	354,90	354,08	0,90	0,84	1,2	1,2	35,90	0,34	0,72			
7	8	36,93	110-S8	0,11	0,51	354,92	353,39	354,08	352,53	0,84	0,86	1,2	1,2	35,76	0,34	0,70			
8	9	49,78	110-S8	0,11	0,51	353,39	350,27	352,51	349,42	0,88	0,85	1,2	1,2	48,68	0,46	0,71			
9	12	91,02	110-S8	0,11	0,51	350,27	348,44	349,42	347,60	0,85	0,84	1,2	1,2	89,84	0,85	0,69			
12	13	31,71	110-S8	0,11	0,51	348,44	347,42	344,52	344,33	3,92	3,09	1,2	1,2	30,51	0,29	3,35	0,71	20,46	204,60

13	14	22,73	110-S8	0,11	0,51	347,42	346,76	344,33	344,19	3,09	2,57	1,2	1,2	21,53	0,20	2,68					
15	14	34,60	110-S8	0,11	0,51	346,84	346,76	346,19	345,85	0,65	0,91	1,2	1,2	33,40	0,32	0,63					
14	16	24,95	110-S8	0,11	0,51	346,76	346,18	344,19	344,04	2,57	2,14	1,2	1,2	23,75	0,23	2,20					
16	17	45,73	110-S8	0,11	0,51	346,18	344,78	344,04	343,77	2,14	1,01	1,2	1,2	44,53	0,42	1,43					
17	18	19,42	110-S8	0,11	0,51	344,78	344,37	343,76	343,61	1,02	0,76	1,2	1,2	18,22	0,17	0,74					
18	19	38,31	110-S8	0,11	0,51	344,37	343,18	343,55	342,29	0,82	0,89	1,2	1,2	37,13	0,35	0,70					
19	20	33,73	110-S8	0,11	0,51	343,18	342,04	342,28	341,17	0,90	0,87	1,2	1,2	32,55	0,31	0,73					
20	21	21,12	110-S8	0,11	0,51	342,04	341,61	341,17	340,71	0,87	0,90	1,2	1,2	19,93	0,19	0,74					
21	22	45,81	110-S8	0,11	0,51	341,61	339,07	340,64	338,21	0,97	0,86	1,2	1,2	44,67	0,42	0,77					
23	22	42,09	110-S8	0,11	0,51	340,70	339,07	340,05	338,24	0,65	0,83	1,2	1,2	40,93	0,39	0,59					
22	25	36,97	110-S8	0,11	0,51	339,07	337,59	338,21	336,73	0,86	0,86	1,2	1,2	35,80	0,34	0,71					
25	26	27,47	110-S8	0,11	0,51	337,59	336,99	336,73	335,91	0,86	1,08	1,2	1,2	26,28	0,25	0,82					
26	27	36,68	110-S8	0,11	0,51	336,99	336,22	335,91	335,36	1,08	0,86	1,2	1,2	35,48	0,34	0,82					
28	27	66,78	110-S8	0,11	0,51	337,93	336,22	337,28	335,41	0,65	0,81	1,2	1,2	65,61	0,62	0,58					
27	32	51,51	110-S8	0,11	0,51	336,22	334,46	335,36	333,55	0,86	0,91	1,2	1,2	50,34	0,48	0,74					
32	33	54,78	110-S8	0,11	0,51	334,46	333,09	333,55	332,18	0,91	0,91	1,2	1,2	53,60	0,51	0,76					
23	24	60,91	110-S8	0,11	0,51	340,70	340,65	340,05	339,63	0,65	1,02	1,2	1,2	59,71	0,57	0,68					
24	29	72,52	110-S8	0,11	0,51	340,65	338,23	339,60	337,42	1,05	0,81	1,2	1,2	71,35	0,68	0,78					
29	30	107,39	110-S8	0,11	0,51	338,23	335,19	337,42	334,31	0,81	0,88	1,2	1,2	106,24	1,01	0,69					
30	31	50,52	110-S8	0,11	0,51	335,19	334,20	334,31	333,25	0,88	0,95	1,2	1,2	49,33	0,47	0,77					
23	28	75,66	110-S8	0,11	0,51	340,70	337,93	340,05	337,10	0,65	0,83	1,2	1,2	74,52	0,71	0,59					
29	28	58,54	110-S8	0,11	0,51	338,23	337,93	337,58	337,00	0,65	0,93	1,2	1,2	57,34	0,54	0,64					
28	31	111,08	110-S8	0,11	0,51	337,93	334,20	337,00	333,33	0,93	0,87	1,2	1,2	109,94	1,04	0,75					
31	33	52,27	110-S8	0,11	0,51	334,20	333,09	333,25	332,20	0,95	0,89	1,2	1,2	51,08	0,49	0,77					
33	34	48,97	110-S8	0,11	0,51	333,09	331,43	332,08	330,46	1,01	0,97	1,2	1,2	47,80	0,45	0,84					
34	35	31,16	110-S8	0,11	0,51	331,43	329,90	330,43	329,03	1,00	0,87	1,2	1,2	29,99	0,29	0,79					
35	36	60,54	110-S8	0,11	0,51	329,90	327,97	329,03	327,09	0,87	0,88	1,2	1,2	59,37	0,56	0,73					
36	37	59,43	110-S8	0,11	0,51	327,97	326,62	327,09	325,66	0,88	0,96	1,2	1,2	58,25	0,55	0,77					
37	37-1	65,14	110-S8	0,11	0,51	326,62	324,32	325,62	323,34	1,00	0,98	1,2	1,2	63,98	0,61	0,84					
37-1	38	66,22	110-S8	0,11	0,51	324,32	322,33	323,34	321,36	0,98	0,97	1,2	1,2	65,05	0,62	0,82					
38	39	18,04	110-S8	0,11	0,51	322,33	321,44	321,32	320,56	1,01	0,88	1,2	1,2	16,86	0,16	0,79					
39	40	42,95	110-S8	0,11	0,51	321,44	314,32	320,26	313,39	1,18	0,93	1,2	1,2	42,30	0,40	0,91					
40	41	5,69	160-S8	0,16	0,56	314,32	317,85	313,44	313,42	0,88	4,43	1,2	1,2	4,49	0,09	2,51					
41	42	21,34	160-S8	0,16	0,56	317,85	316,94	313,42	313,35	4,43	3,59	1,2	1,2	20,14	0,40	3,86	0,76	15,54	155,45		





13	14			3,20	12,06	1		3,90	33,90										
15	14			0,76	2,85	1		1,14	17,69										
14	16			2,68	10,09	1		3,31	31,62										
16	17			2,25	8,48	1		2,83	41,68										
17	18			1,13	4,25	1		1,56	10,68										
18	19			0,93	3,49	1		1,33	21,08										
19	20			1,01	3,79	1		1,42	18,95										
20	21			0,98	3,69	1		1,39	11,64										
21	22			1,08	4,09	1		1,51	26,84										
23	22			0,76	2,85	1		1,14	20,78										
22	25			0,97	3,66	1		1,38	20,47										
25	26			0,97	3,66	1		1,38	16,52										
26	27			1,19	4,50	1		1,63	22,35										
28	27			0,76	2,85	1		1,14	32,97										
27	32			0,97	3,68	1		1,39	29,43										
32	33			1,02	3,84	1		1,43	31,92										
23	24			0,76	2,85				33,31										
24	29			1,16	4,38	1		1,60	43,27										
29	30			0,92	3,46	1		1,32	59,82										
30	31			0,99	3,74	1		1,40	29,60										
23	28			0,76	2,85				37,85										
29	28			0,76	2,85				30,65										
28	31			1,04	3,92				64,97										
31	33			1,06	4,00	1		1,48	30,74										
33	34			1,12	4,23	1		1,55	30,44										
34	35			1,11	4,19	1		1,54	18,33										
35	36			0,98	3,71	1		1,40	34,46										
36	37			0,99	3,74	1		1,40	35,05										
37	37-1			1,11	4,17	1		1,53	40,64										
37-1	38			1,09	4,09	1		1,51	40,92										
38	39			1,12	4,22	1		1,55	10,35										
39	40			1,29	4,86	1		1,74	28,40										
40	41			1,04	3,94	1		1,46	7,46										
41	42			4,59	17,31	1		5,48	48,71										



**ANEXO 5: CANTIDAD DE OBRA TOTAL**

<b>Totales Cantidades de obra</b>		
<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Volumen de excavación tubería	m <sup>3</sup>	1889,31
Volumen de excavación estructuras	m <sup>3</sup>	95,12
Volumen relleno 4 o proveniente de excavación	m <sup>3</sup>	
Volumen relleno 3	m <sup>3</sup>	
Volumen relleno 2	m <sup>3</sup>	
Volumen relleno 1	m <sup>3</sup>	
Volumen relleno subbase	m <sup>3</sup>	
Volumen relleno base	m <sup>3</sup>	
Volumen relleno pavimento	m <sup>3</sup>	
Volumen material retiro	m <sup>3</sup>	2033,49
Longitud cilindro e=	m	76,60
Area interior cámaras	m <sup>2</sup>	288,79
<b>No de Cámaras</b>		
1,2	un	51,00
1,5	un	
2,0	un	
<b>Entibado</b>		
Volumen de excavación	m <sup>3</sup>	49,06
Area entibado continuo	m <sup>2</sup>	490,58
Area entibado alternado	m <sup>2</sup>	

**ANEXO 6: CANTIDAD DE TUBERÍA POR TRAMO.**

CANTIDADES TRAMOS						
De	A	Diam Nom mm,"	Long real	Material	Tubería	# Tubos
10-2	10-1	110-S8	57	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 3,35 m
10-1	10	110-S8	75	PVC	NOVAFORT	12 tubos y 3,98 m
4	10	110-S8	67	PVC	NOVAFORT	11 tubos y 2,05 m
10	11	110-S8	47	PVC	NOVAFORT	7 tubos y 5,66 m
8	11	160-S8	81	PVC	NOVAFORT	13 tubos y 4,71 m
11	12	160-S8	53	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 5,62 m
1	2	110-S8	10	PVC	NOVAFORT	1 tubos y 4,40 m
2	3	110-S8	63	PVC	NOVAFORT	10 tubos y 4,23 m
3	4	110-S8	61	PVC	NOVAFORT	10 tubos y 1,66 m
4	7	110-S8	11	PVC	NOVAFORT	1 tubos y 5,29 m
5-1	5	110-S8	8	PVC	NOVAFORT	1 tubos y 2,37 m
5	6	110-S8	51	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 4,11 m
6	7	110-S8	36	PVC	NOVAFORT	6 tubos y 0,94 m
7	8	110-S8	36	PVC	NOVAFORT	6 tubos y 0,80 m
8	9	110-S8	49	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 1,90 m
9	12	110-S8	90	PVC	NOVAFORT	15 tubos y 1,69 m
12	13	110-S8	31	PVC	NOVAFORT	5 tubos y 1,46 m
13	14	110-S8	22	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 4,30 m
15	14	110-S8	34	PVC	NOVAFORT	5 tubos y 4,35 m
14	16	110-S8	24	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 0,61 m
16	17	110-S8	45	PVC	NOVAFORT	7 tubos y 3,66 m
17	18	110-S8	19	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 0,99 m
18	19	110-S8	38	PVC	NOVAFORT	6 tubos y 2,17 m
19	20	110-S8	33	PVC	NOVAFORT	5 tubos y 3,50 m
20	21	110-S8	20	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 2,70 m



21	22	110-S8	45	PVC	NOVAFORT	7 tubos y 3,80 m
23	22	110-S8	41	PVC	NOVAFORT	7 tubos y 0,06 m
22	25	110-S8	36	PVC	NOVAFORT	6 tubos y 0,84 m
25	26	110-S8	27	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 3,14 m
26	27	110-S8	36	PVC	NOVAFORT	6 tubos y 0,52 m
28	27	110-S8	66	PVC	NOVAFORT	11 tubos y 1,10 m
27	32	110-S8	51	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 3,56 m
32	33	110-S8	54	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 0,91 m
23	24	110-S8	60	PVC	NOVAFORT	10 tubos y 1,11 m
24	29	110-S8	72	PVC	NOVAFORT	12 tubos y 0,93 m
29	30	110-S8	107	PVC	NOVAFORT	18 tubos y 0,36 m
30	31	110-S8	50	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 2,55 m
23	28	110-S8	75	PVC	NOVAFORT	12 tubos y 4,10 m
29	28	110-S8	58	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 4,65 m
28	31	110-S8	110	PVC	NOVAFORT	18 tubos y 4,06 m
31	33	110-S8	52	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 4,30 m
33	34	110-S8	48	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 1,02 m
34	35	110-S8	30	PVC	NOVAFORT	5 tubos y 0,94 m
35	36	110-S8	60	PVC	NOVAFORT	10 tubos y 0,77 m
36	37	110-S8	59	PVC	NOVAFORT	9 tubos y 5,56 m
37	37-1	110-S8	64	PVC	NOVAFORT	10 tubos y 5,38 m
37-1	38	110-S8	66	PVC	NOVAFORT	11 tubos y 0,54 m
38	39	110-S8	17	PVC	NOVAFORT	2 tubos y 5,54 m
39	40	110-S8	43	PVC	NOVAFORT	7 tubos y 1,43 m
40	41	160-S8	5	PVC	NOVAFORT	0 tubos y 4,99 m
41	42	160-S8	21	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 2,94 m
42	43	160-S8	21	PVC	NOVAFORT	3 tubos y 3,01 m
46	45	160-S8	52	PVC	NOVAFORT	8 tubos y 5,09 m
45	44	160-S8	60	PVC	NOVAFORT	10 tubos y 1,23 m
44	43	160-S8	28	PVC	NOVAFORT	4 tubos y 4,15 m



**ANEXO 7: PRESUPUESTO DE OBRA**

<b>PRESUPUESTO DE OBRA</b>					
Sistema de alcantarillado para el corregimiento de Minas de Iracal en el municipio de Pueblo Bello – Departamento del Cesar					
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNID</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR. UNIT.</b>	<b>VR. TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>\$14.731.254,00</b>
1,10	Trazado y replanteo con equipo de topografía	ML	2701,00	\$2.638,00	\$7.125.238,00
1,20	Señalización provisional de obra, incluye señalizador de trafico plástico, cinta de seguridad, paletas pare/signa y vallas de señalización	ML	2701,00	\$2.816,00	\$7.606.016,00
<b>2,00</b>	<b>EXCAVACIONES A MAQUINA</b>				<b>\$129.737.801,66</b>
2,1	Excavación en tierra de 0.00 a 2.00 m de profundidad	M3	1.200,00	\$18.514,00	\$22.216.800,00
2,2	Excavación en tierra de 2.01 a 4.00 m de profundidad	M3	345,00	\$24.993,94	\$8.622.910,33
2,3	Excavación en tierra a una profundidad mayor de 4,00 m	M3	210,00	\$30.586,20	\$6.423.102,92
2,4	Excavación en material conglomerado de 0.00 a 2.00 m de profundidad	M3	460,80	\$24.356,06	\$11.223.272,72
2,5	Excavación en material conglomerado de 2.01 a 4.00 m de profundidad	M3	576,00	\$30.376,19	\$17.496.683,32
2,6	Excavación en material conglomerado a una profundidad mayor de 4,00 m	M3	90,00	\$37.842,58	\$3.405.832,56
2,7	Excavación en roca a cualquier profundidad	M3	50,00	\$128.002,27	\$6.400.113,25



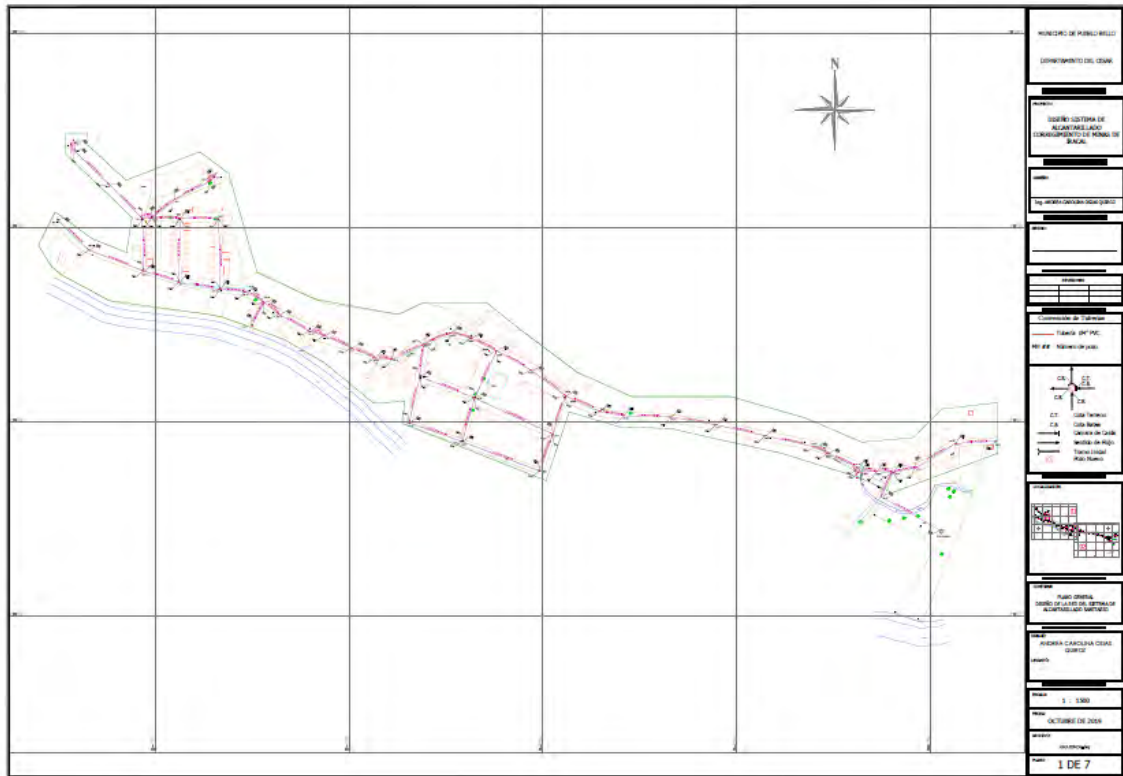
2,8	Excavaciones a mano para acometidas domiciliarias	M3	940,00	\$32.272,43	\$30.336.086,55
2,9	Cargue y retiro de sobrantes	M3	850,00	\$27.780,00	\$23.613.000,00
<b>3,00</b>	<b>RED DE RECOLECCION</b>				<b>\$369.299.090,30</b>
3,1	Suministro e instalación tubería pvc 160 mm (6")	ML	2.701,00	\$55.825,68	\$150.785.161,04
3,2	Suministro e instalación tubería pvc 110 mm (4")	ML	1.390,00	\$28.556,02	\$39.692.870,20
3,3	Suministro e instalación kit silla "y" 160 x 110 mm	UND	134,00	\$241.673,52	\$32.384.251,09
3,4	Suministro e instalación de cámaras novacam de 600 mm				
3,4,1	Suministro e instalación de elevador de				
3.4.1.1	De altura promedia 750 mm	UND	10,00	\$346.337,73	\$3.463.377,29
3.4.1.2	De altura promedia 1000 mm	UND	14,00	\$398.663,19	\$5.581.284,67
3.4.1.3	De altura promedia 1250 mm	UND	17,00	\$453.046,87	\$7.701.796,77
3.4.1.4	De altura promedia 1750 mm	UND	8,00	\$559.364,48	\$4.474.915,88
3.4.1.5	De altura promedia 4000 mm	UND	2,00	\$1.060.205,75	\$2.120.411,50
3.4.2	Suministro e instalación de base:				
3.4.2.1	De 600 x 200 inicial	UND	5,00	\$931.416,10	\$4.657.080,49
3.4.2.2	De 600 X 200 A 90°	UND	12,00	\$1.183.947,95	\$14.207.375,42
3.4.2.3	De 600 x 200 recta	UND	19,00	\$1.183.172,33	\$22.480.274,24
3.4.2.4	De 600 x 200 con una tee	UND	12,00	\$1.340.032,12	\$16.080.385,43
3.4.2.5	De 600 x 200 de doble tee	UND	3,00	\$1.496.119,03	\$4.488.357,10
3.4.3	Suministro e instalación de aro tapa para cámaras de 600 mm	UND	51,00	\$276.640,64	\$14.108.672,56

3.4.4	mano de obra para la el montaje e instalación de las cámaras de 600 mm	UND	51,00	\$178.054,80	\$9.080.794,80
3.4.5	suministro e instalación de reducción excéntrica de 200x160 mm	UND	51,00	\$91.479,39	\$4.665.449,07
3.5	suministro e instalación de cámaras de inspección 315 mm para acometidas domiciliarias	UND	134,00	\$248.706,21	\$33.326.632,76
<b>4,00</b>	<b>RELLENOS Y SUBBASES PARA RED DE RECOLECCION</b>				<b>\$89.256.809,72</b>
4,1	Rellenos con material seleccionado procedente de la excavación	M3	2.220,00	\$14.705,00	\$32.645.109,77
4,2	Cimentación, substituciones - subbases y bases compactadas con material de préstamo	M3	250,00	\$111.330,18	\$27.832.545,21
4,3	Substituciones en arena limpia para cimentación de tuberías colectoras	M3	165,06	\$154.519,00	\$25.504.906,14
4,4	Limpieza general de la obra	M2	9.800,00	\$334,11	\$3.274.248,60
<b>5,00</b>	<b>SISTEMA DE TRATAMIENTO</b>				<b>\$78.379.506,00</b>
5,1	Sistema séptico prefabricado (rotoplast), tanque séptico 1000lts, filtro anaerobio de 1000LTS, trampa de grasas de 250 lts		66,00	\$864.841,00	\$57.079.506,00
5,2	Transporte de sistema de tratamiento Bogotá-Minas de Iracal				\$1.500.000,00
5,3	Instalación del sistema		66,00	\$300.000,00	\$19.800.000,00

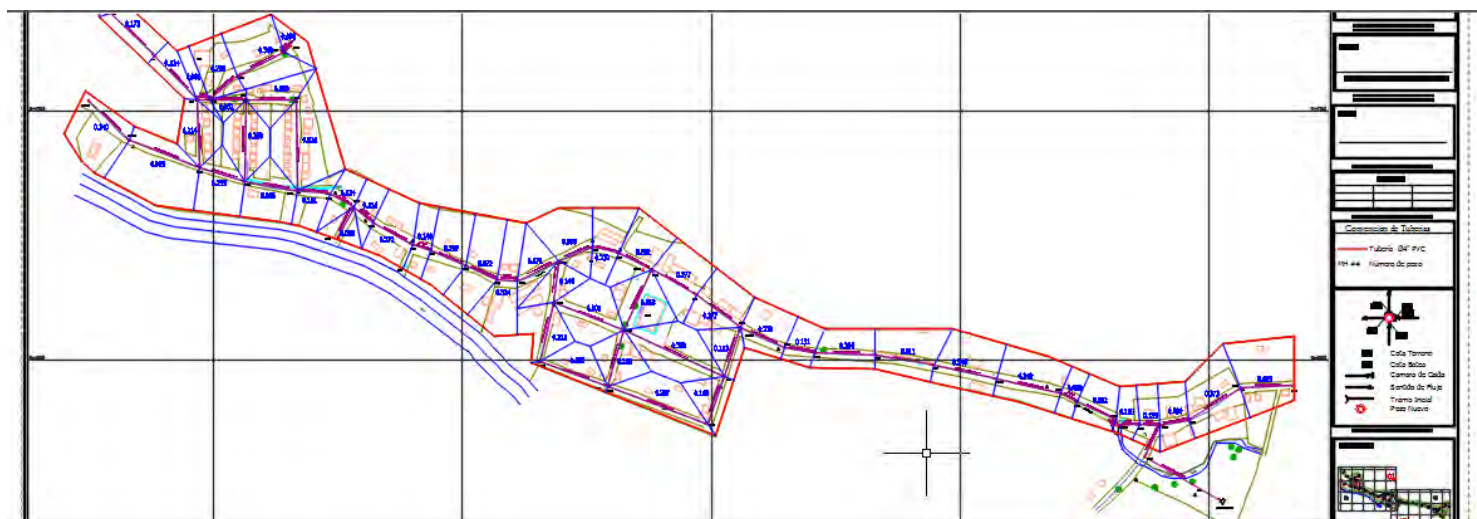
	séptico				
<b>6,00</b>	<b>CAMPO DE INFILTRACIÓN</b>				<b>\$842.958.144,00</b>
6,1	Excavación a mano	M3	6.907,50	\$24.000,00	\$165.780.000,00
6,2	Relleno con material seleccionado(arena)	M3	2.763,00	\$40.000,00	\$110.520.000,00
6,3	Relleno grava gruesa	M3	4.144,50	\$80.000,00	\$331.560.000,00
6,4	Suministro e instalación tubería perforada 4"	ML	11.052,00	\$21.272,00	\$235.098.144,00
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>				<b>\$1.524.362.606,00</b>
	<b>Administración</b>			24%	\$365.847.025,44
	<b>Imprevistos</b>			1%	\$15.243.626,06
	<b>Utilidad</b>			5%	\$76.218.130,30
	<b>VALOR TOTAL PRESUPUESTO DE OBRA</b>				<b>\$1.981.671.388,00</b>
	<b>VALOR PRESUPUESTO DE INTERVENTORÍA</b>			7,5%	<b>\$148.625.354,00</b>
	<b>VALOR TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>				<b>\$2.130.296.742,00</b>

## ANEXO 8: PLANOS

### Red general del diseño de alcantarillado sanitario

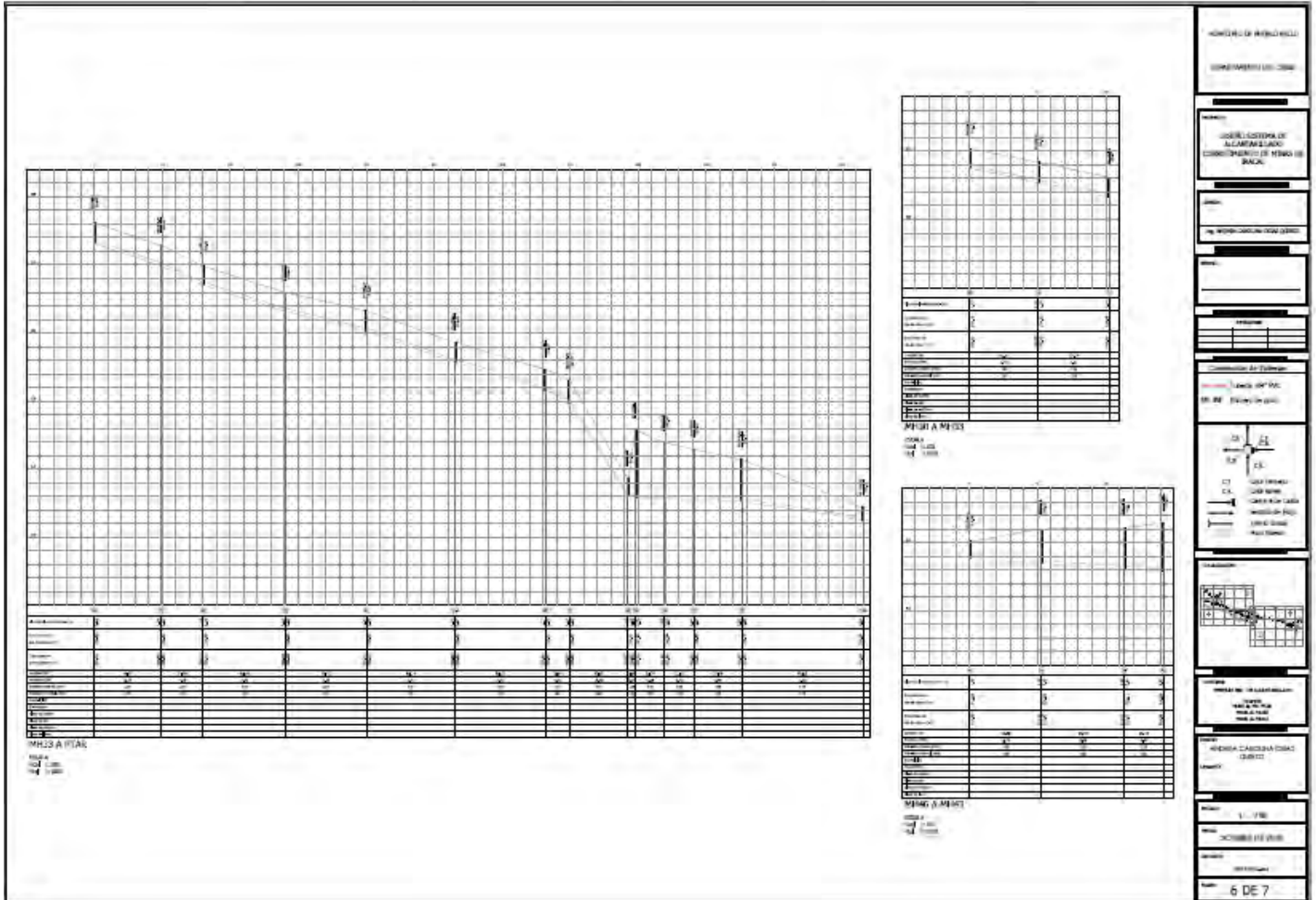


### Plano de áreas tributarias

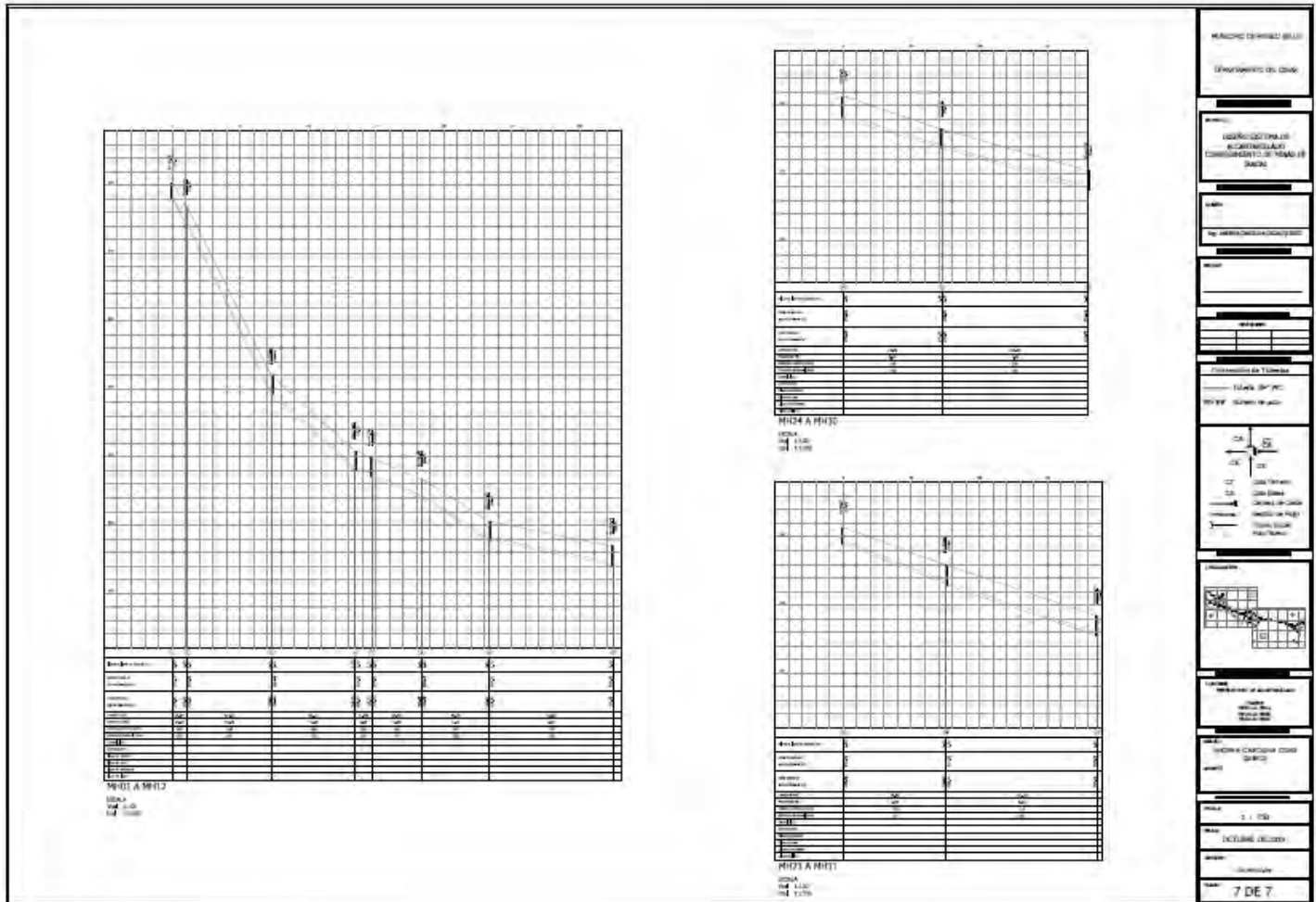




**Perfil II alcantarillado de Nuevo Colon**



**Perfil III alcantarillado Nuevo Colon**



**ANEXO 9: REGISTRO FOTOGRAFICO**

**Inspección visual del área**



**Vías del corregimiento de Nuevo Colon**

