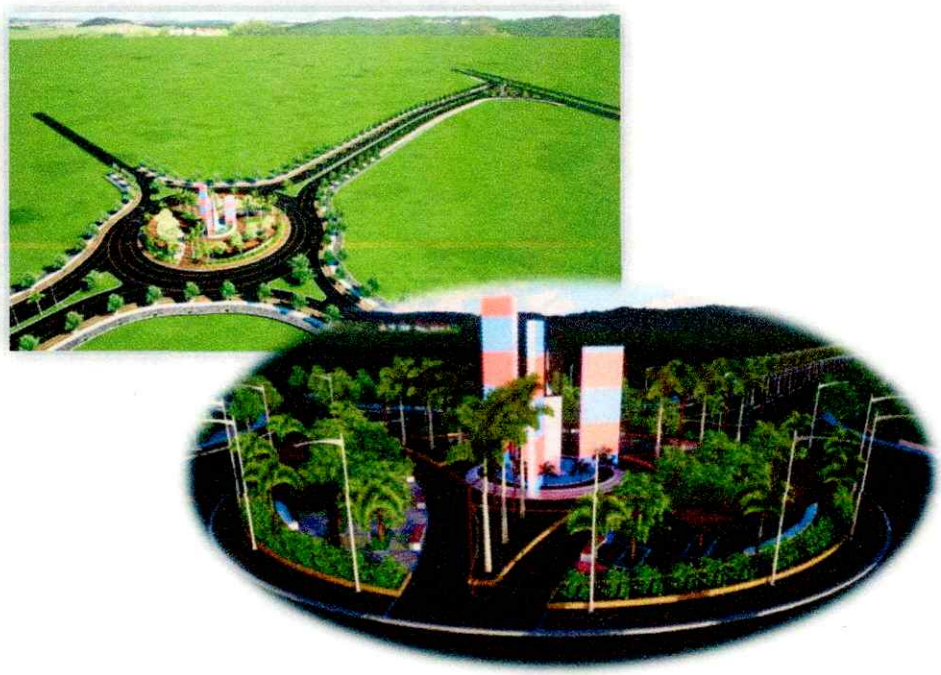
INFORME HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO



CONTRATANTE:
ALCALDIA MUNICIPAL DE AGUACHICA

CONTRATISTA:
AIBM INGENIERIA LTDA

CONTRATO:
203-2025

OBJETO:
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA

NOVIEMBRE DE 2025

ESTADO DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

INFORME HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA

Elaboró	**Nombre y Apellido**	**LUCÍA INÉS BLANCO PALLARES** Ingeniero Civil Especialista en Ingeniería de Saneamiento Ambiental M.P. 54202114275 NTS **LESLIDAYANNA BLANCO OLIVEROS** Ingeniera Civil Especialista en Gerencia E Interventoría de Obras Civiles M. P. 091037071790 CND
	Firma	
	Fecha **Versión**	Noviembre de 2025 1
Revisó	**Nombre y Apellido**	
	Firma	
	Fecha	
Aprobó	**Nombre y Apellido**	
	Firma	
	Fecha	

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. OBJETIVOS 5
   2.1. OBJETIVO GENERAL 5
   2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
3. LOCALIZACIÓN 6
4. MARCO TEÓRICO 7
5. METODOLOGÍA 11
   5.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO 11
      5.1.1. DELIMITACIÓN DE SUBCUENCA 11
      5.1.2. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN 13
      5.1.3. CÁLCULO DE LA TORMENTA DE DISEÑO (CURVAS IDF) 13
      5.1.4. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CURVA DE ESCORRENTÍA (CN) 17
      5.1.5. CAUDALES MÁXIMOS 20
      5.1.6. RESULTADOS MODELACIÓN HEC-HMS 22
   5.2. ESTUDIO HIDRÁULICO 23
      5.2.1. CONSIDERACIONES TOPOGRÁFICAS 23
      5.2.2. EVALUACIÓN HIDRÁULICA BOX CULVERT 23
      5.2.3. EVALUACIÓN HIDRÁULICA SUMIDEROS 30
      5.2.4. DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL 32
      5.2.5. DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO 36
      5.2.6. DISEÑO DE ACOMETIDA DE AGUA POTABLE 37
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 39

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe, se presenta el estudio hidrológico e hidráulico para el proyecto denominado **" ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA",** se presentan metodologías y resultados para la obtención de los caudales para el diseño de las obras de drenaje. Teniendo en cuenta que el drenaje de los pavimentos es esencial para mantener un buen nivel de servicio y seguridad en el tráfico. Existe la posibilidad de que se desarrollen películas de agua con un tirante grande sobre la superficie del pavimento en instantes de lluvia las cuales pueden generar hidroplaneo, encharcamientos y salpicaduras excesivas. (Martinez Castaño, Giraldo Castaño, & Gonzales Nevio, 2015).

Los procedimientos utilizados para el cálculo del caudal de avenida requieren el conocimiento del régimen de lluvias máximas en la zona y una caracterización del territorio atravesado para determinar las funciones de pérdidas de agua en la cuenca y para el tiempo de concentración. Para la elaboración del presente estudio se ha seguido la metodología de previsión de avenidas aplicable a las obras de ingeniería civil. En primer lugar se desarrolla el estudio hidrológico que pretende estimar los caudales de avenida que se producen para un período de retorno determinado en una cuenca dada. Posteriormente se estudia el comportamiento del barranco en el tramo objeto del estudio, y finalmente las obras de drenaje.

Los cálculos y diseños se realizaron teniendo en cuenta como referencia el manual de drenaje para carreteras del INVIAS y los criterios empleados en otros proyectos de similares características en los que se han participado, además de las recomendaciones dadas por los especialistas.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar el estudio hidrológico e hidráulico que permita la construcción de la Glorieta y Avenida Victor Roqueme Quiñonez en el municipio de Aguachica Cesar, considerando el análisis de las condiciones hidrológicas e hidráulicas del área de intervención, con el *fin de asegurar la adecuada capacidad de drenaje y la estabilidad del pavimento ante* eventos de presión y crecientes, optimizando su funcionalidad y durabilidad.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el estudio hidrológico, estimando las curvas IDF asociadas a diferentes periodos de retorno que aporta la microcuenca, basado en la información de registro de la estación hidrometereológica más cercana.
- Delimitación de las áreas de las cuencas de interés hasta el sitio de estudio.
- Evaluación de la capacidad hidráulica de las vías.
- Pre dimensionar los parámetros hidráulicos que permitan el adecuado funcionamiento del sistema de drenaje, cumpliendo con los parámetros mínimos y máximos de diseño, de acuerdo a la normativa colombiana de diseño definida.

3. LOCALIZACIÓN

El municipio Aguachica es un municipio colombiano ubicado al nororiente del país, en el departamento del Cesar, siendo por economía y población el segundo municipio del departamento y uno de los centros urbanos más importantes de la región.

El municipio se encuentra en una posición geográfica estratégica, siendo un punto de conexión entre el norte y el interior oriental del país a través de la Troncal del Magdalena (Ruta Nacional 45) y la Troncal Central (Ruta Nacional 45A), contando además con transporte aéreo, férreo y en forma paralela con la vía fluvial del río Magdalena.

Está ubicada al sur del departamento del Cesar, a los 8° 18′ 45″ de latitud norte y 73° 37′ 37″ de longitud oeste del meridiano de Greenwich, entre la Serranía de los Motilones y el valle del río Magdalena, a una distancia de 301 kilómetro de Valledupar, la capital del departamento. Su extensión territorial es de 976 kilómetros cuadrados2 que ocupa el 3,8% de la superficie del departamento. Limita por el norte con el municipio de La Gloria (Cesar), El Carmen (Norte de Santander), por el este con Río de Oro (Cesar), por el sur con Río de Oro y San Martín (Cesar) y Puerto Wilches (Santander), por el oeste con Gamarra (Cesar).

El proyecto se encuentra ubicado en la carrera 40 con calle 5 tal como se evidencia a continuación:



Ilustración 1 Localización general del proyecto

4. MARCO TEÓRICO

El agua lluvia se refiere al agua que se origina a partir de fenómenos de precipitación. Cuando el suelo alcanza su límite de absorción, parte de esta agua fluye libremente sobre la superficie, generando lo que se conoce como escorrentía [1]. Este tipo de agua suele ser canalizada a través de sistemas de alcantarillado pluvial, los cuales están compuestos por una red de infraestructuras encargadas de recolectar y transportar las aguas lluvias [1].

Las debidas disposiciones de las aguas lluvias en Colombia se encuentran normalizadas por la Resolución 0330 del 2017, por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2017, en donde se establecen los requisitos técnicos que se deben cumplir durante las etapas de diseño, operación y mantenimiento de la infraestructura asociada a la prestación de los servicios públicos de acueducto, alcantarillado y aseo, donde se estipula que las tuberías a utilizar en el diseño pueden ser de diferentes materiales, tales como concreto simple y reforzado, PVC, polietileno, polipropileno, fibra de vidrio, hierro dúctil, arcilla vitrificada [2].

Para lograr un correcto diseño de un sistema de drenaje para aguas pluviales, es necesario tener en cuenta múltiples características y consideraciones, tales como el diámetro mínimo de la tubería y las precipitaciones máximas que se presentan en el lugar de interés. Un adecuado diámetro mínimo de la tubería será la clave para evitar posibles obstrucciones, mientras que conocer la velocidad mínima y máxima en la red, será de ayuda para evitar la sedimentación y el desgaste de la tubería debido a la erosión. Las medidas estándar para determinar el diámetro interno de la tubería en sistemas de alcantarillado para aguas lluvias debe ser como mínimo 215 mm (10 pul), mientras que las velocidades mínimas y máximas están entre los 0,75 m/s (mínima) y los 5 m/s (máxima) [3].

A. PERIODO DE RETORNO

Corresponde al período promedio, medido en años, durante el cual se espera que el caudal pico de una creciente sea igualado o sobrepasado. Este concepto está relacionado con la probabilidad de que el caudal utilizado en el diseño pueda ser excedido a lo largo del tiempo de servicio de la infraestructura.

B. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Se define como el intervalo que necesita una gota de agua para desplazarse desde el punto más distante de la subcuenca hasta el sitio de análisis. Este parámetro es fundamental, ya que la duración de la tormenta considerada en el estudio dependerá directamente de él. Existen diversos métodos descritos en la

literatura para calcular este tiempo; a continuación, se presentan algunas de las fórmulas empleadas.

Tabla 1 Métodos para la determinación de los tiempos de concentración.

MÉTODO	ECUACIÓN	VARIABLES
Témez	$T_c = 0.30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$ Ecuación 1. TC por Témez	Tc: Tiempo de concentración, en horas. L: Longitud del cauce principal, en kilómetros. S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje (%).
Williams	$Tc = 0.683\frac{LA^{0.4}}{DS^{0.25}}$ Ecuación 2. TC por Williams	Tc: Tiempo de concentración, en horas. L: Longitud de cauce principal, en kilómetros. A: Área de la subcuenca, en kilómetros cuadrados. D: Diámetro de una circular, con área A, en kilómetros. S: pendiente total del cauce principal, en porcentaje.
Kirpich	$Tc = 0.06628\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.77}$ Ecuación 3. TC por Kirpich	Tc: Tiempo de concentración, en horas (h). L: Longitud del cauce principal, en kilómetros (Km) S: Pendiente entre las elevaciones máxima y mínima del cauce principal, en metros por metro (m/m).
Johnstone Cross	$Tc = 2.6\left(\frac{L}{\sqrt{S}}\right)^{0.5}$ Ecuación 4. TC por Cross	Tc: Tiempo de concentración, en horas L: Longitud del cauce principal, en kilómetros S: Pendiente del cauce principal, en metros por kilómetro.
Giandotti	$Tc = \left(\frac{4\sqrt{A}+1.5L}{25.3\sqrt{LS}}\right)$ Ecuación 5. TC por Giandotti	Tc: Tiempo de concentración, en horas A: Área de la subcuenca, en kilómetros cuadrados. L: Longitud del cauce principal, en kilómetros. S: Pendiente del cauce principal, en metros por metros
SCS-Ranser	$Tc = 0.947\frac{L^3}{H}^{0.385}$ Ecuación 6. TC por SCS-Ranser	Tc: Tiempo de concentración, en horas L: Longitud del cauce principal, en kilómetros. H: Diferencia de cotas entre puntos extremos de la corriente principal, en metros
Ventura-Heras	$Tc = 0.30\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.75}$ Ecuación 7. TC por Ventura- Heras	Tc: Tiempo de concentración, en horas. L: Longitud del cauce principal, en kilómetros. S: Pendiente total del cauce principal, en porcentaje.
V.T.Chow	$Tc = 0.273\left(\frac{L}{S^{0.5}}\right)^{0.64}$ Ecuación 8. TC por V.T. Chow	Tc: Tiempo de concentración, en horas. L: Longitud del cauce principal, en kilómetros. S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metros.
Ejército de EEUU	$Tc = 0.28\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$ Ecuación 9. TC por ejercito EEUU	Tc: Tiempo de concentración, en horas. L: Longitud del cauce principal, en kilómetros. S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metros.
Hathaway	$Tc = \left(\frac{36.36(Ln)^{0.467}}{S^{0.234}}\right)$ Ecuación 10. TC por Hathaway	Tc: Tiempo de concentración, en minutos. L: Longitud del cauce principal, en kilómetros. S: Pendiente total del cauce principal, en metros por metros. n: Factor de rugosidad, adimensional

Fuente: Manual de drenaje para carreteras INVIAS (2009)

C. CALCULO DE LA TORMENTA DE DISEÑO

En el cálculo de la tormenta de diseño se deben tener en cuenta algunas variables climáticas, como son la duración y la frecuencia de la lluvia, las cuales permiten mediante la curva Intensidad–Frecuencia–Duración (IDF) calcular la intensidad de la precipitación asociada a la zona de interés. La curva IDF se obtiene a partir del análisis estadístico de los registros pluviográfica de la estación más cercana a la zona de estudio, para cada año se escogen las tres tormentas máximas, y se obtienen las mayores intensidades, después, realizando un análisis de frecuencia de las intensidades obtenidas, se sacan las curvas.

D. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CURVA DE ESCORRENTÍA - CN

Mediante el método del número de la curva de escorrentía (CN), desarrollado por el Soil Conservation Service de los Estados Unidos de América (SCS), se puede determinar la escorrentía superficial, obteniendo una adecuada aproximación.

En este método, la profundidad de escorrentía, es decir, la profundidad efectiva de precipitación, está en función de la profundidad total de precipitación y de un parámetro de abstracción referido al número de curva de escorrentía, denominado número de curva o CN.

De acuerdo con este método la capacidad de la infiltración del suelo en una subcuenca depende de:

- Tipo de suelo (Agricultura, pastos, bosques, unidad residencial, etc.)
- Tipo de tratamiento superficial del suelo.
- Condición hidrológica del suelo
- Condición hidrológica: Los prados son evaluados con una condición hidrología de pasto natural.

Tabla 2 Condición hidrológica de acuerdo con el tipo de cobertura

CONDICIÓN	COBERTURA
Mala	Menos del 50% de área cubierta y alta intensidad de pastoreo.
Aceptable	50 a 75% del área cubierta y alta densidad de pastoreo
Buena	Más del 75% de área cubierta y ligera intensidad de pastoreo.

Fuente. Monsalve Saenz (1995)

La condición hidrológica para los bosques se determina visualmente como:

- Bosque pobre: Densamente pastado o bosque regularmente quemado, con pocos arbustos y muy pequeña cantidad de humus vegetal.

- Bosque aceptable: Con pastos no quemados, con algunos arbustos y moderada cantidad de humus vegetal.
- Bosque bueno: Protegido con pasto, con alta cantidad de humus vegetal y muchos arbustos cubriendo la superficie.

Los grupos hidrológicos en que se pueden dividir los suelos, son utilizados en el planteamiento de subcuencas para la estimación de la escorrentía superficial a partir de la precipitación. Los suelos han sido clasificados en cuatro grupos A, B, C y D, de acuerdo con el potencial de escurrimiento.

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
A	Bajo potencial de escorrentía	Suelos que tienen alta tasa de infiltración incluso cuando estén muy húmedos. Son suelos con predominancia de arenas o gravas, en donde el agua corre libremente a través del perfil, por ende, tienen un bajo potencial de escorrentía cuando están húmedos.
B	Moderadamente bajo potencial de escorrentía	Suelos con tasa de infiltración moderada cuando están muy húmedos. Suelos moderadamente profundos a profundos.
C	Moderadamente alto potencial de escorrentía	Suelos con infiltración lenta cuando están muy húmedos. Consiste en suelos con un estrato que impide el movimiento del agua hacia abajo; suelos de texturas moderadamente finas a finas; suelos con infiltración lenta debido a sales o álcalis o suelos con niveles freáticos moderados.
D	Alto potencial de escorrentía	Suelos con infiltración muy lenta cuando están muy húmedos. Consisten en suelos arcillosos con alto potencial de expansión; suelos con nivel freático alto permanente; suelos con estrato arcilloso superficial; suelos con infiltración muy lenta debido a sales o álcalis y suelos poco profundos sobre material casi impermeable.

5. METODOLOGÍA

En la presente sección se detalla minuciosamente, y en orden cronológico, el paso a paso de las actividades, procedimientos y consideraciones que conlleva la realización del prediseño de las obras hidráulicas (Box culvert), drenaje superficial del pavimento, redes de alcantarillado pluvial, sanitario y agua potable requeridas para el proyecto Construcción de la Glorieta y Avenida Víctor Roqueme Quiñonez en el Municipio de Aguachica Cesar.

Los caudales de crecientes a períodos de retorno (Tr) de 2.33, 5, 10, 25, 50 y 100 años se determinarán por el método racional, debido a que el área de la subcuenca es menor a 2.5 km2 y su uso ha dado buenos resultados. En primer lugar, se expondrá el procedimiento llevado a cabo para la realización del estudio hidrológico, posteriormente, se mostrará el procedimiento para el estudio hidráulico, y, por último, se hará referencia a la manera en la cual se mostrarán los resultados.

5.1. ESTUDIO HIDROLÓGICO

El estudio hidrológico consistió en la determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas de la estación del IDEAM, determinando las curvas de intensidad-duración-frecuencia de la cuenca en estudio con periodos de retorno de hasta 100 años. Se determinó los hidrogramas y caudales de diseño, mediante un modelo hidrológico desarrollado en Excel. Con los mismos períodos de retorno analizados en los hietogramas.

5.1.1. DELIMITACIÓN DE SUBCUENCA

Con base en el Modelo Digital de Elevación (DEM) extraído de Earth Explorer, el trazado de la vía y la localización de las obras existentes se realizó la delimitación de las cuencas de drenaje.
Adicionalmente, se complementó la delimitación con la ayuda de ortofotos e imágenes de acceso gratuito como Google Earth y así mejorar el detalle de la delimitación.
En algunos casos no es posible realizar una delimitación más detallada y se tiene una cuenca drenando a más de una obra, y por lo tanto su caudal se estimó en función a la capacidad hidráulica ponderada de las obras que drenan esa cuenca.

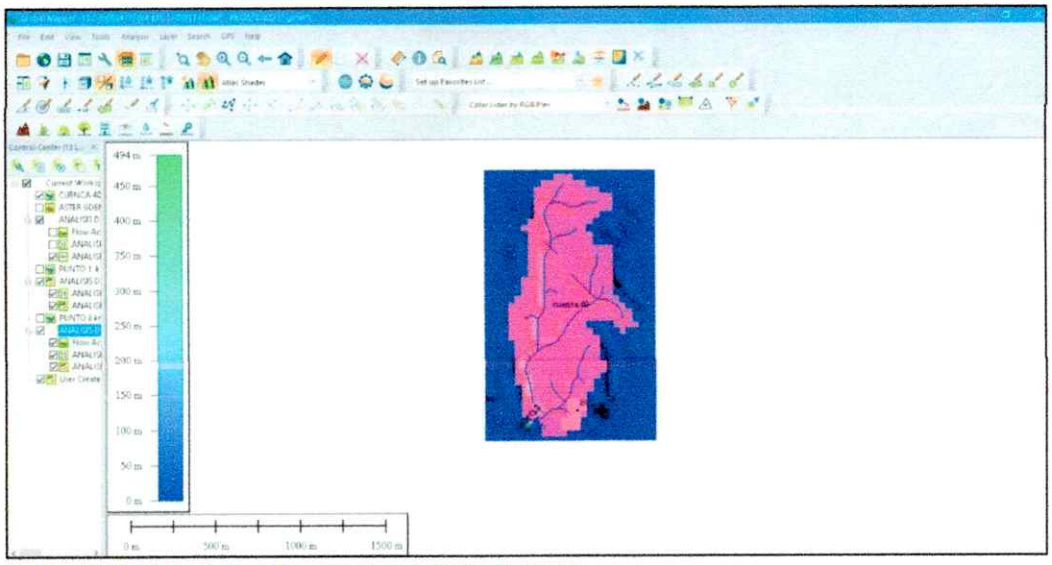


Ilustración 2 Delimitación de cuenca- Proyecto Rotonda

Para la delimitación de la cuenca se hizo uso de la herramienta GLOBAL MAPPER, donde se logró determinar parámetros morfométricos tales como: El área total de la cuenca es de 1.09 km2 tiene una forma muy alargada, el tiempo de viaje del agua es mayor pero los picos de las crecidas son menos súbitos. La longitud del cauce principal de la subcuenca es de 1.645 km.

La pendiente promedio de la cuenca se estimó en un 2.74 % obtenido de la calculadora ráster del software.

Mediante el método de California Culvert Practice (1942) y Kirpich (1942) se obtuvo un tiempo de concentración promedio de 23.28min. Los valores del estudio de suelo se asumieron de acuerdo a la información suministrada.

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS GENERALES		
Parámetro	**Unidad**	**Valor**
Perímetro de la cuenca	km	4.117
Área de la cuenca	km^2	1.090
Longitud máxima de la cuenca	km	3.090
Longitud cauce principal	km	1.645
Ancho de la cuenca	km	0.353
Desnivel altitudinal	m	45.000

PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS ASOCIADOS A LA FORMA DE LA CUENCA			
Parámetro	**Simbolo**	**Valor**	**Observaciones**
Factor forma	Rf	0.114	Muy alargada; el tiempo de viaje del agua es mayor pero los picos de las crecidas son menos súbitos.
Coeficiente de compacidad	Kc	1.10	CLASE I. Casi redonda, escurrimiento superficial sea más rápido.
Coeficiente de circularidad	Cc	0.808	

De acuerdo a lo anterior, aunque el factor de forma es bajo (cuenca alargada), la compactación de la cuenca sigue siendo alta por la geometría del perímetro. Aun así, la combinación de ambos indica **una cuenca pequeña, con escurrimiento rápido y forma alargada, pero con una rápida respuesta hidrológica**.

5.1.2. CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Como se mencionó en la sección de marco teórico, el tiempo de concentración es el tiempo que tarda una gota de agua en llegar al sitio de interés desde el punto más alejado de la subcuenca. Este es uno de los parámetros más importantes en los modelos lluvia escorrentía, debido a que la duración de la tormenta de diseño se define con base en este tiempo, y existen diversos métodos para su cálculo, obteniendo un resultado definitivo mediante el promedio de algunos de ellos.

5.1.3. CÁLCULO DE LA TORMENTA DE DISEÑO (CURVAS IDF)

El estudio hidrológico consistió en la determinación de las precipitaciones máximas en 24 horas de la estación del IDEAM, determinando las curvas de intensidad-duración-frecuencia de la cuenca en estudio con periodos de retorno de hasta 100 años. Se determinó los hidrogramas y caudales de diseño, mediante un modelo hidrológico desarrollado en Excel. Con los mismos períodos de retorno analizados en los hietogramas.

Este se desarrolló con apoyo de un modelo matemático en Excel, que permitió determinar las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia –IDF con periodos de retorno de hasta 100 años. La representación matemática de las curvas Intensidad - Duración – Frecuencia es la siguiente:

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Dónde:

I: Intensidad de precipitación, en milímetros por hora (mm/h).

T: Periodo de retorno, en años.

t: Duración de la lluvia, en minutos (min).

K, m, n: Parámetros de ajuste que se calculan mediante un análisis de correlación lineal *múltiple*.

El procedimiento consiste en que una vez determinado el mejor ajuste de distribución, que para este caso resultó ser el método de Gumbel, se procede a determinar las precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias, usando para ello los coeficientes para lluvias de 24 horas, establecidos por D.F Campos A. Obtenido estos valores y dividiéndolos entre el tiempo de duración (I=P[mm]/t duración [hr]), se consiguen las intensidades de las lluvias en mm/hr, para los diferentes tiempos de duración y períodos de retorno. Luego se efectúa el análisis de regresión para períodos de retorno entre 1 y 100 años y con ello se determinan los valores de IDF.

DATOS MENSUALES DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 Hrs. (mm)													
Año	**Enero**	**Febrero**	**Marzo**	**Abril**	**Mayo**	**Junio**	**Julio**	**Agosto**	**Septiembre**	**Octubre**	**Noviembre**	**Diciembre**	**Máximo**
1990	6.00	7.30	7.60	9.60	29.60	38.60	43.70	52.00	70.00	36.50	28.70	12.00	70.00
1991	0.00	32.50	27.00	65.00	30.20	45.50	20.30	33.50	56.50	33.50	28.50	0.00	65.00
1992	33.30	0.00	13.00	100.00	79.50	25.00	19.70	27.50	38.00	24.80	20.90	0.00	100.00
1993	3.50	0.00	33.50	33.20	35.70	26.20	42.40	14.70	68.80	69.70	38.70	0.00	69.70
1994	0.00	34.50	29.80	43.50	20.90	137.80	40.50	38.50	105.00	23.90	78.00	10.00	137.80
1995	0.00	3.00	10.00	25.00	57.00	55.00	46.00	75.00	34.00	58.00	30.00	12.00	75.00
1996	5.00	17.00	34.00	87.00	54.00	65.00	44.00	52.00	50.00	43.00	28.00	23.00	87.00
1997	30.00	10.00	2.00	10.00	53.00	70.00	10.00	20.00	42.00	25.00	74.00	1.00	74.00
1998	0.00	32.00	9.00	37.00	105.00	55.00	88.00	73.00	97.00	60.00	52.00	40.00	105.00
1999	1.00	30.00				28.00	42.00	60.00	101.00	61.00	27.00	15.00	101.00
2000	0.00	2.00	27.00	7.00	92.00	173.00	35.00	14.00	81.00	65.00	42.00	47.00	173.00
2001	0.50	0.00	24.00	13.00	20.00	42.00	68.00	20.00	35.00	56.00	17.00	14.00	68.00
2002	0.00	24.00	14.00	74.00	67.00	116.00	69.00	27.00	80.00	75.00	105.00	68.00	116.00
2003	0.00	0.00	42.00	62.00	65.00	95.00	68.00	23.00	80.00	35.00	30.00	26.00	95.00
2004	0.00	3.00	0.00	57.00	75.00	12.00	28.00	27.00	37.00	55.00	28.00	1.00	75.00
2005	24.00	2.00	1.00	65.00	36.00	78.00	38.00	39.00	59.00	49.00	82.00	2.00	82.00
2006	0.00	15.00	35.00	63.00	35.00	78.00	69.00	29.00	45.00	52.00	65.00	56.00	78.00
2007	0.00	8.00	52.00	30.00	87.00	17.00	16.00	60.00	74.00	80.00	42.00	14.00	87.00
2008	15.00	0.00	5.00	23.00	100.00	29.00	57.00	54.00	59.00	25.00	66.00	2.00	100.00
2009	95.00	0.00	31.00	21.00	57.00	60.00	11.00	53.00	37.00	68.00	80.00	1.00	95.00
2010	0.00	1.00	15.00	51.00	82.00	45.00	70.00	36.00	95.00	65.00	81.00	15.00	95.00
2011	1.00	5.00	107.00	35.00	35.00	66.00	65.00	54.00	32.00	102.00	88.00	33.00	107.00
2012	0.00	0.00	45.00	74.00	70.00	52.00	29.00	85.00	37.00	22.00	32.00	28.00	85.00
2013	0.00	1.00	27.00	66.00	44.00	31.00	68.00	26.00	32.00	46.00	43.00	47.00	68.00
2014	1.00	4.00	8.00	26.00	115.00	18.00	27.00	40.00		75.00	23.00	39.00	115.00
2015	3.00	12.00	23.00	43.00	68.00	26.00	35.00	36.00	33.00	85.00	99.00	11.00	99.00
2016	5.00	0.00	24.00	26.00	27.00	20.00	61.00	59.00	28.00	12.00			61.00
2017		0.00	50.00	10.00	48.00	44.00	60.00	27.00	26.00	44.00	43.00	12.00	60.00
2018	2.00	0.00	2.00	57.00	75.00	60.00	15.00	68.00	68.00	36.00	30.00	4.00	75.00
2019	0.00	1.00	59.00	25.00	64.00	31.00	43.00	20.00	48.00	52.00	63.00	1.00	64.00
2020	5.00	0.00	37.00	50.00	57.00	58.00	75.00	30.00	50.00	69.00	73.00	24.00	75.00
2021	5.00	0.00	27.00	50.00	78.00	40.00	200.00	60.00	80.00	49.00	74.00	0.00	200.00
2022	5.00	11.00	30.00	38.00	82.00	72.00	20.00	110.00	29.00	89.00	55.00	0.00	110.00
2023	30.00	0.00	34.00	30.00	36.00	58.00	46.00	16.00	23.00	63.00	30.00	5.00	63.00
2024	0.00	15.00	25.00	28.00	50.00	39.00	60.00	35.00					60.00

Tabla 3 Datos mensuales de precipitación máxima en 24h

Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Nº	Año	Precipitación (mm) xi	(xi - x)^2
1	1990	70.00	447.624694
2	1991	65.00	684.196122
3	1992	100.00	78.1961224
4	1993	69.70	460.40898
5	1994	137.80	2175.55612
6	1995	75.00	261.053265
7	1996	87.00	17.2818367
8	1997	74.00	294.367551
9	1998	105.00	191.624694
10	1999	101.00	96.8818367
11	2000	173.00	6696.25327
12	2001	68.00	536.253265
13	2002	116.00	617.167551
14	2003	95.00	14.767551
15	2004	75.00	261.053265
16	2005	82.00	83.8532653
17	2006	78.00	173.110408
18	2007	87.00	17.2818367
19	2008	100.00	78.1961224
20	2009	95.00	14.767551
21	2010	95.00	14.767551
22	2011	107.00	250.996122
23	2012	85.00	37.9104082
24	2013	68.00	536.253265
25	2014	115.00	568.481837
26	2015	99.00	61.5104082
27	2016	61.00	909.453265
28	2017	60.00	970.767551
29	2018	75.00	261.053265
30	2019	64.00	737.510408
31	2020	75.00	261.053265
32	2021	200.00	11846.7676
33	2022	110.00	355.053265
34	2023	63.00	792.824694
35	2024	60.00	970.767551
35		**3190.5**	**31777.1**

Cálculo variables probabilísticas

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 91.16 \text{ mm}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 30.57 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * s = 23.84 \text{ mm}$$

$$u = \bar{x} - 0.5772 * \alpha = 77.40 \text{ mm}$$

Cálculo de las Precipitaciones Diarias Máximas Probables para distintas frecuencias

Período Retorno Años	Variable Reducida YT	Precip. (mm) XT'(mm)	Prob. de ocurrencia F(xT)	Corrección intervalo fijo XT (mm)
2	0.3665	86.1351	0.5000	97.3327
5	1.4999	113.1521	0.8000	127.8618
10	2.2504	131.0397	0.9000	148.0748
25	3.1985	153.6407	0.9600	173.6140
50	3.9019	170.4074	0.9800	192.5604
100	4.6001	187.0503	0.9900	211.3669
500	6.2136	225.5096	0.9980	254.8258

$$F_{(y)} = e^{-e^{-\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)}}$$

Tabla 4 Distribución de probabilidades pluviométricas

Coeficientes para las relaciones a la lluvia de duración 24 horas *Fuente: D. F. Campos A., 1978*

Duraciones, en horas									
1	2	3	4	5	6	8	12	18	24
0.30	0.39	0.46	0.52	0.57	0.61	0.68	0.80	0.91	1.00

Precipitaciones máximas para diferentes tiempos de duración de lluvias

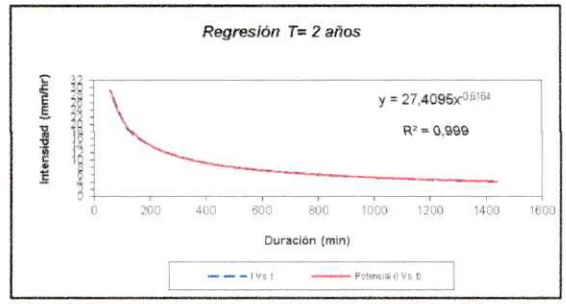
Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración 2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	128.7187	157.9027	177.2251	201.6390	219.7506	237.7285	279.2726
18 hr	X18 = 91%	117.1340	143.6915	161.2748	183.4915	199.9730	216.3329	254.1380
12 hr	X12 = 80%	102.9749	126.3222	141.7801	161.3112	175.8005	190.1828	223.4181
8 hr	X8 = 68%	87.5287	107.3739	120.5131	137.1145	149.4304	161.6553	189.9053
6 hr	X6 = 61%	78.5184	96.3207	108.1073	122.9998	134.0479	145.0144	170.3563
5 hr	X5 = 57%	73.3696	90.0046	101.0183	114.9342	125.2578	135.5052	159.1854
4 hr	X4 = 52%	66.9337	82.1094	92.1571	104.8523	114.2703	123.6188	145.2217
3 hr	X3 = 46%	59.2106	72.6353	81.5235	92.7539	101.0853	109.3551	128.4654
2 hr	X2 = 39%	50.2003	61.5821	69.1178	78.6392	85.7027	92.7141	108.9163
1 hr	X1 = 30%	38.6156	47.3708	53.1675	60.4917	65.9252	71.3185	83.7818

Tiempo de Duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración						
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años	500 años
24 hr	X24	97.3327	127.8618	148.0748	173.6140	192.5604	211.3669	254.8258
18 hr	X18 = 91%	88.5727	116.3543	134.7481	157.9887	175.2299	192.3439	231.8915
12 hr	X12 = 80%	77.8661	102.2895	118.4599	138.8912	154.0483	169.0935	203.8607
8 hr	X8 = 68%	66.1862	86.9461	100.6909	118.0575	130.9410	143.7295	173.2816
6 hr	X6 = 61%	59.3729	77.9957	90.3256	105.9045	117.4618	128.9338	155.4438
5 hr	X5 = 57%	55.4796	72.8812	84.4026	98.9600	109.7594	120.4791	145.2507
4 hr	X4 = 52%	50.6130	66.4882	76.9989	90.2793	100.1314	109.9108	132.5094
3 hr	X3 = 46%	44.7730	58.8164	68.1144	79.8624	88.5778	97.2288	117.2199
2 hr	X2 = 39%	37.9597	49.8661	57.7492	67.7094	75.0985	82.4331	99.3821
1 hr	X1 = 30%	29.1998	38.3586	44.4224	52.0842	57.7681	63.4101	76.4477

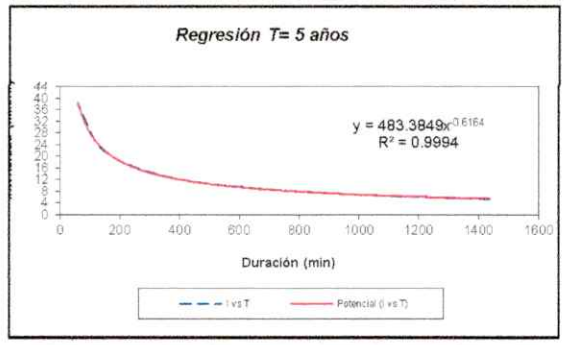
Tabla 5 Intensidades de lluvia a partir de Pd, según Duración de precipitación y Frecuencia de la misma

Se realiza la representación matemática de las curvas Intensidad - Duración - Período de retorno.

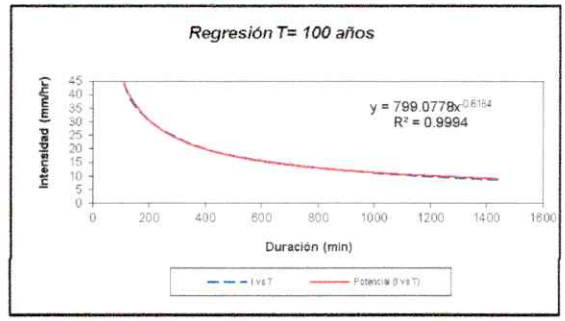
Periodo de retorno para T = 2 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	4.0555	7.2724	1.4001	10.1819	52.8878
2	1080	4.9207	6.9847	1.5935	11.1298	48.7863
3	720	6.4888	6.5793	1.8701	12.3038	43.2865
4	480	8.2733	6.1738	2.1130	13.0454	38.1156
5	360	9.8955	5.8861	2.2921	13.4914	34.6462
6	300	11.0959	5.7038	2.4066	13.7266	32.5331
7	240	12.6532	5.4806	2.5379	13.9094	30.0374
8	180	14.9243	5.1930	2.7030	14.0365	26.9668
9	120	18.9799	4.7875	2.9434	14.0914	22.9201
10	60	29.1998	4.0943	3.3742	13.8150	16.7637
10	4980	120.4870	58.1555	23.2338	129.7312	346.9435
Ln (d) =	5.9080	d =	367.9686	n =	-0.6164	



Periodo de retorno para T = 5 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	5.3276	7.2724	1.6729	12.1660	52.8878
2	1080	6.4641	6.9847	1.8663	13.0354	48.7863
3	720	8.5241	6.5793	2.1429	14.0987	43.2865
4	480	10.8683	6.1738	2.3858	14.7297	38.1156
5	360	12.9993	5.8861	2.5649	15.0972	34.6462
6	300	14.5762	5.7038	2.6794	15.2827	32.5331
7	240	16.6220	5.4806	2.8107	15.4046	30.0374
8	180	19.6055	5.1930	2.9758	15.4532	26.9668
9	120	24.9331	4.7875	3.2162	15.3975	22.9201
10	60	38.3586	4.0943	3.6470	14.9320	16.7637
10	4980	158.2788	58.1555	25.9619	145.5969	346.9435
Ln (d) =	6.1808	d =	483.3849	n =	-0.6164	



Periodo de retorno para T = 100 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	8.8070	7.2724	2.1755	15.8214	52.8878
2	1080	10.6858	6.9847	2.3689	16.5462	48.7863
3	720	14.0911	6.5793	2.6455	17.4057	43.2865
4	480	17.9662	6.1738	2.8885	17.8329	38.1156
5	360	21.4890	5.8861	3.0675	18.0559	34.6462
6	300	24.0958	5.7038	3.1820	18.1497	32.5331
7	240	27.4777	5.4806	3.3134	18.1594	30.0374
8	180	32.4096	5.1930	3.4785	18.0635	26.9668
9	120	41.2165	4.7875	3.7188	17.8039	22.9201
10	60	63.4101	4.0943	4.1496	16.9900	16.7637
10	4980	261.6487	58.1555	30.9884	174.8285	346.9435
Ln (d) =	6.6835	d =	799.0778	n =	-0.6164	



En función del cambio de variable realizado, se realiza otra regresión de potencia entre las columnas del periodo de retorno (T) y el término constante de regresión (d), para obtener valores de la ecuación.

Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
2	150.52	98.19	76.47	64.05	55.82	49.88	45.36	41.78	38.85	36.41	34.33	32.54
5	175.84	114.70	89.34	74.82	65.21	58.28	52.99	48.81	45.39	42.53	40.11	38.01
10	197.79	129.02	100.49	84.16	73.35	65.55	59.61	54.90	51.05	47.84	45.11	42.76
25	231.07	150.73	117.39	98.32	85.69	76.58	69.64	64.13	59.64	55.89	52.70	49.95
50	259.91	169.54	132.05	110.59	96.38	86.14	78.33	72.14	67.09	62.87	59.28	56.19
100	292.35	190.70	148.53	124.40	108.41	96.89	88.10	81.14	75.46	70.72	66.68	63.20
500	384.17	250.59	195.18	163.46	142.46	127.31	115.77	106.63	99.16	92.92	87.62	83.05

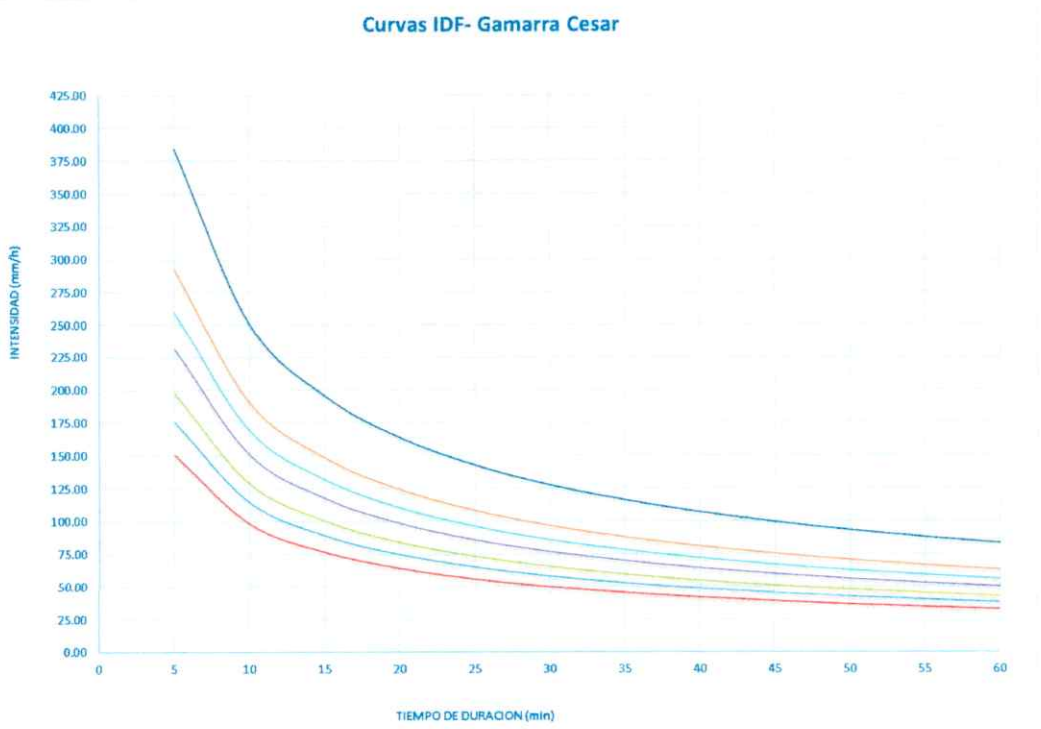


Ilustración 3 Curva IDF- Gamarra Cesar

5.1.4. CÁLCULO DEL NÚMERO DE CURVA DE ESCORRENTÍA (CN)

Para la estimación del CN de la subcuenca en estudio; se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

Grupo hidrológico del suelo: De acuerdo a las características del suelo de la zona, éste se definió como un suelo Tipo *D*.

- Condición hidrológica del suelo: La subcuenca del caño en estudio, está conformada en su mayor parte por zonas de bosques y residencias.
- Humedad antecedente del suelo: Se considera una condición AMC III.
- Distribución del área de acuerdo a los usos del suelo: Los porcentajes de usos del suelo de la subcuenca, son los siguientes.

Uso del suelo	Porcentaje del área (%)
Bosque	89.5
Residencias	10.5
Total	100

Tabla 6 Porcentaje de área de acuerdo al uso de suelo

A partir de los porcentajes de área y los CN determinados para cada uso del suelo, se pondera el CN de la zona de estudio. El número de curva utilizado en la tabla para la ponderación se obtienen del INVIAS (ver Tabla 3). En la siguiente tabla se muestran los resultados de esta ponderación.

Tabla 7 CN ponderado a partir del uso del suelo

Uso del suelo	Porcentaje del área (%)	Área (m2)	CN III	A*CN
Bosque	90%	94624.77	79	7475356.83
Predios	11%	11101.23	86	954705.78
	TOTAL	105726		8430062.61
		CN Pond	79.7	

Mediante las ecuaciones de capacidad de almacenamiento e infiltración del suelo, se obtienen las siguientes variables, las cuales, posteriormente se tendrán en cuenta en el cálculo del caudal máximo.

Tabla 8 Parámetros del suelo

Capacidad de almacenamiento S (mm)	64.6
Infiltración de suelo Ia (mm)	12.9

- Determinación de los caudales máximos asociados a las subcuencas

En este estudio se aplicará este método utilizando dos modalidades en la obtención de los valores del coeficiente de escorrentía (C).

Obtención del coeficiente de escorrentía:

El cálculo del coeficiente de escorrentía se obtiene ponderado, según los siguientes parámetros:

Tabla 9 Parámetros para calcular el coeficiente de escorrentía

Zona de estudio	Caño 1
Tipo de suelo	Permeable
Tipo de cobertura	Zona de bosques y pastos.

La siguiente tabla muestra los coeficientes de escorrentía para la subcuenca por el método Racional del INVIAS, los coeficientes de escorrentía utilizados en la Tabla 20 para la ponderación se obtienen del INVIAS (ver Tabla 6 yTabla 7)

Uso del suelo	Porcentaje del área (%)	Área (m2)	C	A*C
Bosque	90%	94624.77	0.5	47312.385
Predios	11%	11101.23	0.75	8325.9225
	TOTAL	105726		55638.3075
		C Pond	0.5	

Tabla 10 Coeficiente de escorrentía ponderado

Para dar una secuencia más crítica del aguacero, como es usual en este tipo de análisis, mediante el método del Bloque Alterno, los incrementos de lluvia de los hietogramas mencionados previamente fueron arreglados de la siguiente manera: el valor más bajo se colocó en el primer lugar, el segundo valor en orden creciente (Anexo 1).

	Precipitación Alternada (mm)					
	TR= 2años	TR= 5 años	TR=25 años	TR=50 años	TR=100 años	TR=500 años
60	6.51	7.61	0.83	0.94	1.05	16.62
120	6.75	7.89	0.86	0.97	1.09	17.24
180	7.02	8.21	0.90	1.01	1.14	17.93
240	7.32	8.56	0.94	1.05	1.19	18.69
300	7.66	8.95	0.98	1.10	1.24	19.55
360	8.04	9.39	1.03	1.16	1.30	20.52
420	8.47	9.90	1.08	1.22	1.37	21.63
480	8.97	10.48	1.15	1.29	1.45	22.90
540	9.56	11.17	1.22	1.38	1.55	24.40
600	10.26	11.99	1.31	1.48	1.66	26.18
660	11.11	12.98	1.42	1.60	1.80	28.36
720	12.18	14.22	1.56	1.75	1.97	31.07
780	13.56	15.84	1.73	1.95	2.19	34.60
840	15.45	18.05	1.98	2.22	2.50	39.43
900	18.23	21.30	2.33	2.62	2.95	46.53
960	22.90	26.75	2.93	3.29	3.71	58.44
1020	33.05	38.61	4.23	4.76	5.35	84.34
1080	150.52	175.84	19.26	21.66	24.36	384.17
1140	45.85	53.56	5.87	6.60	7.42	117.02
1200	26.77	31.27	3.42	3.85	4.33	68.32
1260	20.22	23.62	2.59	2.91	3.27	51.60
1320	16.69	19.50	2.14	2.40	2.70	42.59
1380	14.42	16.85	1.85	2.08	2.33	36.81
1440	12.82	14.97	1.64	1.84	2.07	32.72

Ilustración 4 Precipitación mediante método de bloque alterno. Fuente. Autora

5.1.5. CAUDALES MÁXIMOS

El cálculo de los caudales de diseño se realizó para períodos de retorno de 5, 10, 20, 25, 50 y 100 años. Se adoptaron para diseño los períodos de retorno establecidos en la Tabla 2.8 del Manual de Drenaje para Carreteras.

Tipo de Obra	Período de Retorno (años)
Alcantarillas de 0,90 m de diámetro	10
Alcantarillas mayores a 0,90 m de diámetro	20
Puentes y Box-culvert menores (luz menor a 10 m)	25
Puentes y Box-culvert de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m	50
Puentes de luz mayor o igual a 50 m	100

Tabla 11 Periodos de retorno de diseño. INVIAS 2009

Para el cálculo de los caudales máximos en el diseño de las obras se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

a. Cuencas con registro de caudales máximos

Para las cuencas que posean registros de caudales máximos anuales medidos en las estaciones hidrométricas en la corriente en estudio o en corrientes vecinas de características fisiográficas semejantes, se utilizaron métodos estadísticos para determinar la magnitud de los escurrimientos en el sitio de drenaje.

Los caudales máximos asociados a diferentes períodos de retorno se calcularon mediante las metodologías de Gumbel o Log Pearson III recomendadas por el Manual de Drenaje para Carreteras

b. Cuencas sin registro de caudales máximos

Cuencas con área de drenaje menor a 2,5 km².

Dado que las cuencas no superan los 2,5 km² de área, se aplicó el Método Racional para el cálculo de los caudales máximos que se determina como límite superior dentro del Manual de Drenaje para Carreteras. Este método estima los caudales máximos a partir de datos de precipitación teniendo en cuenta el área de drenaje, el tiempo de concentración y los coeficientes de escorrentía que relacionan el volumen real del agua precipitada con el volumen real de la escorrentía. El coeficiente de escorrentía a su vez, considera la morfometría, tipo de suelo, cobertura vegetal y la humedad antecedente de cada cuenca.

5.1.6. RESULTADOS MODELACIÓN HEC-HMS

Las simulaciones con el modelo HEC-HMS se realizaron, tal como se ha descrito en los apartados anteriores, con las siguientes condiciones:

• Modelo de precipitación: Hietograma determinado por el método de bloque alterno con la información de intensidad-duración-frecuencia de la estación El Caobo desarrollado por Ven Te Chow et al. (1994).
• Número de curva para la cuenca según cobertura y tipo de suelo, para condiciones antecedentes de humedad tipo III.
• Modelo de transformación precipitación-escorrentía según el hidrograma unitario sintético adimensional del SCS. Tiempos de concentración calculado mediante la ecuación de Kirpich-California Culver Practice.
• Discretización temporal de 1 hora para las simulaciones.
Los resultados obtenidos del modelo se resumen en el Cuadro 3.4. Los resultados mostrados en el cuadro se refieren el caudal máximo instantáneo para los períodos de retorno analizados.

Posterior a ello, se simula en el software HMS con el fin de determinar el caudal máximo probable de la cuenca obteniendo los siguientes resultados:

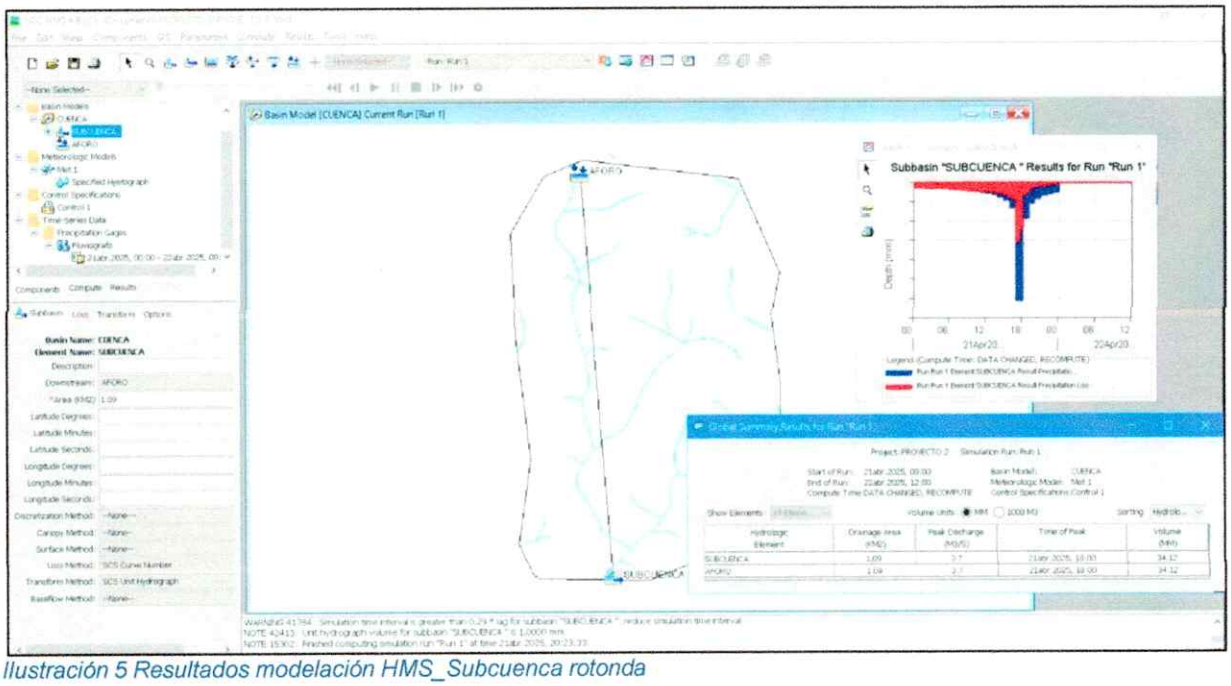


Ilustración 5 Resultados modelación HMS_Subcuenca rotonda

De acuerdo a los resultados anteriores, se determina un caudal pico de 3.7 m3/seg para un TR de 100 años, lo que se interpreta como un pico moderado, pero significativo para zonas urbanas. Una precipitación de 79.99 mm indica un evento moderado a fuerte, con una alta infiltración o cobertura vegetal indicadora.

Los resultados obtenidos del modelo se resumen en la tabla 8, estos se refieren el caudal máximo instantáneo para los períodos de retorno analizados.

CAUDALES	
TR= 5 años	Q=1.63 m3/seG
TR= 25 años	Q=2.40 m3/seg
TR= 50 años	Q=3.0 m3/seg
TR= 100 años	Q=3.7 m3/seg

Tabla 12 Estimación de caudales máximos probables de acuerdo al tiempo de retorno.

5.2. ESTUDIO HIDRÁULICO

5.2.1. CONSIDERACIONES TOPOGRÁFICAS

Se modelaron dos condiciones, teniendo en cuenta que se requieren 2 estructuras independientes.

Box culvert #1: Con ayuda de la topografía se generaron 21 secciones transversales para la condición actual del caño, y de igual manera se generaron 23 secciones para la condición a implementar (Después de realizar el diseño del box culvert), además las secciones se ubicaron donde había mayor densidad de datos topográficos, con el fin de reducir el error causado por interpolaciones.

Box culvert #2: Con ayuda de la topografía se generaron 10 secciones transversales para la condición actual del caño, actuando de esta manera como un canal abierto y 20 secciones para la estructura a implementar (Box Culvert).

5.2.2. EVALUACIÓN HIDRÁULICA BOX CULVERT

De acuerdo con la topografía del terreno y el diseño geométrico proporcionado, se determina la necesidad de construir dos estructuras de drenaje tipo box culvert en las secciones K0+130 (BoxCulvert 1) y K0+416(BoxCulvert 2), en el sentido Este–Norte.

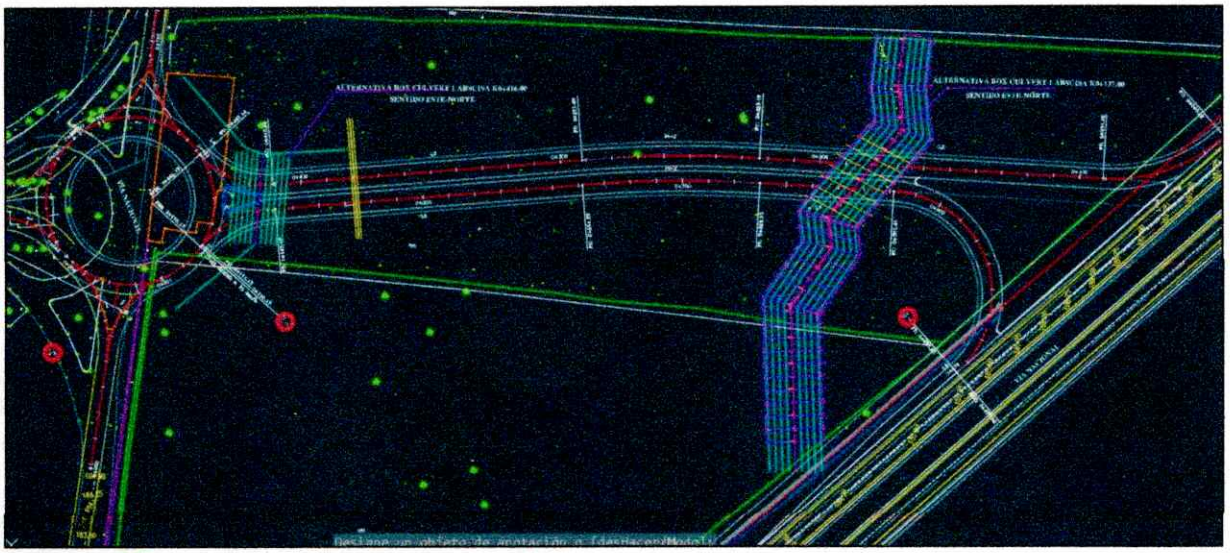


Ilustración 6 Planta general, ubicación estructuras de drenaje.

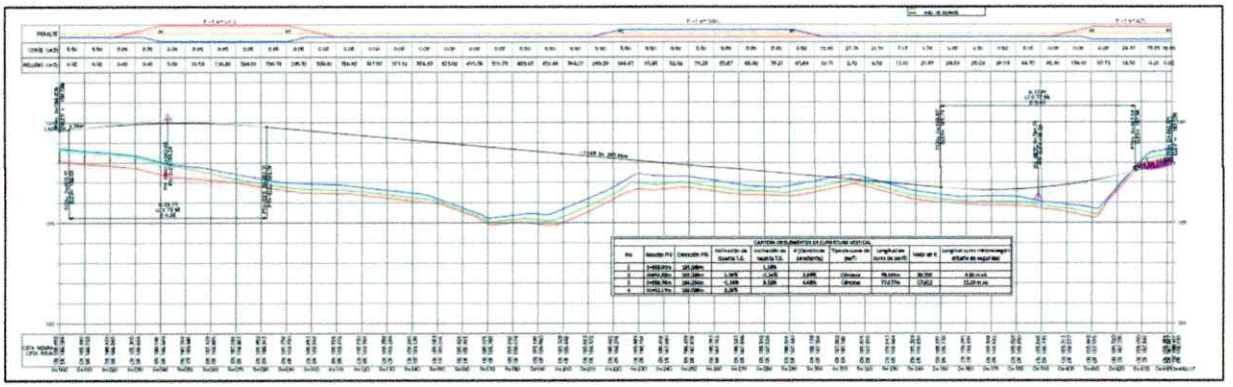


Ilustración 7 Perfil de la calzada 1 Sentido Este-Norte.

El programa requiere, aparte de la información topográfica de la zona del proyecto y los caudales máximos de diseño (Ver Tabla 12), el coeficiente de rugosidad de Manning, el cual se dispuso, según información recolectada en campo y bibliografía consultada. Con base a la consulta bibliográfica para canales naturales se obtuvieron diferentes valores de rugosidad de Manning, los cuales fueron utilizados en la modelación hidráulica. La siguiente tabla presenta el resumen de los coeficientes de rugosidad de Manning utilizados:

Tabla 13 Coeficiente de rugosidad de Manning(n) utilizados en la modelación hidráulica para la condición actual y a implementar.

Descripción	n	Bibliografía
Canal de concreto	0.014	Literatura consultada en el libro de VEN TE CHOW
Box Culvert	0.014	*Literatura consultada en el libro de VEN TE CHOW*
Canal natural	0.038	*Literatura consultada en el libro de VEN TE CHOW*

La pendiente de la energía se aproximó a la pendiente longitudinal de los tramos a modelar, y esta se tomó como la diferencia entre las cotas más bajas de dos secciones transversales dividida entre su longitud.

Una vez ingresado el coeficiente de rugosidad de Manning para cada una de las secciones transversales en las que fue dividido el tramo del caño a evaluar, ingresado los valores de caudales de diseño para diferentes períodos de retorno, y las pendientes para el flujo del cauce, se procede a realizar la modelación hidráulica, bajo la hipótesis de flujo uniforme en régimen mixto para la condición actual, obteniendo los siguientes resultados.

Para el box culvert #1, se tiene en cuenta el área de drenaje superior (Aporte de colector pluvial), tal como se evidencia en la siguiente imagen:

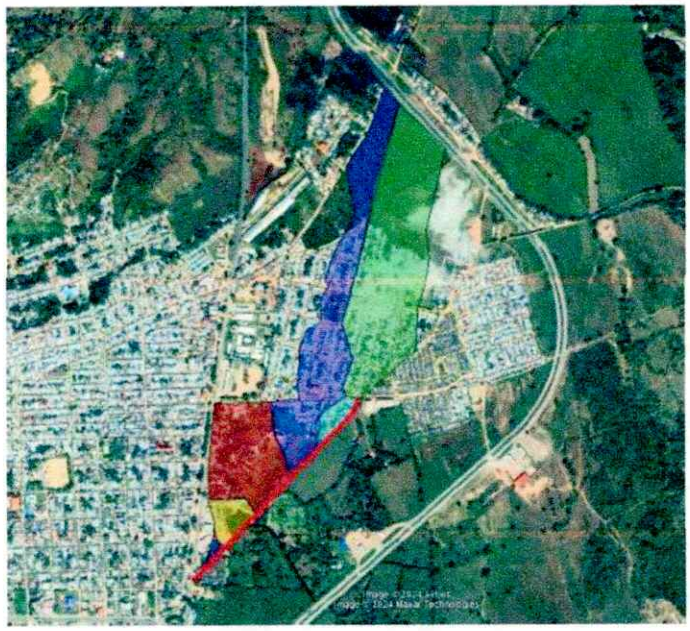
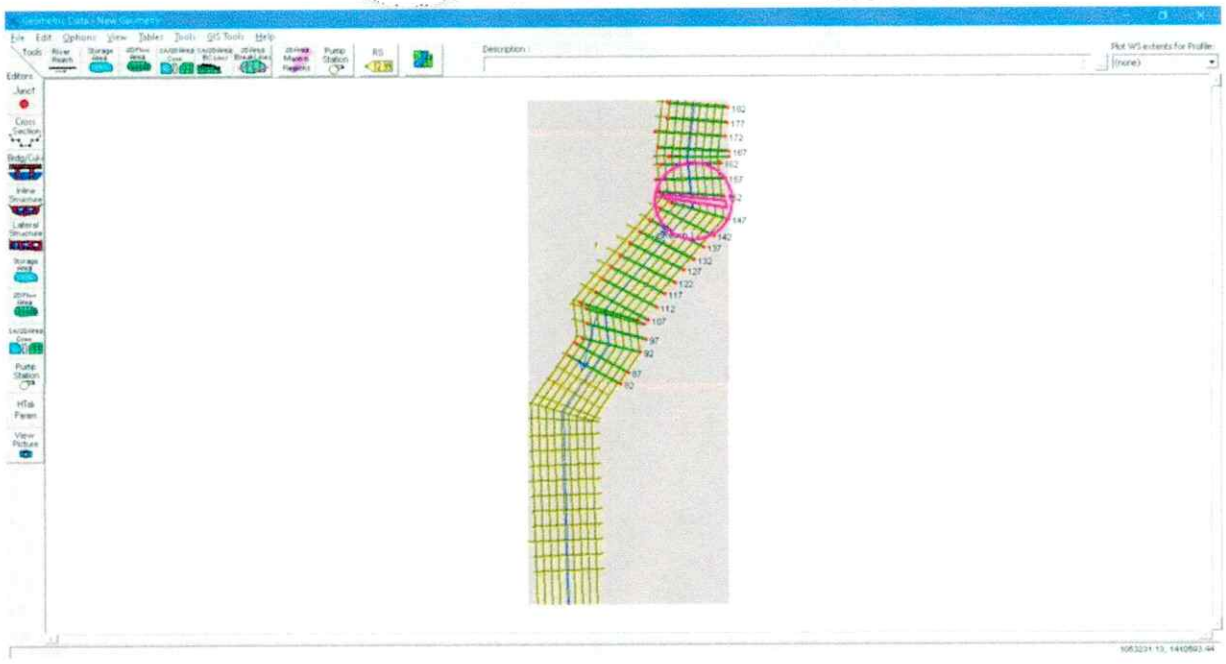


Ilustración 8 Áreas de drenaje box culvert 1. Fuente: Wilson Fernandez, 2024.



La modelación hidráulica se realizó para los seis períodos de retorno, sin embargo, en este informe, para la condición actual, se van a presentar los resultados de la modelación hidráulica del caño para un período de retorno de 100 años por ser los más representativos.

Después de realizar la modelación hidráulica con las características propias del terreno, encontradas a partir del trabajo de campo y de oficina desarrollado en un tramo del Caño, se observa que en algunas de las secciones del tramo estudiado el margen de inundación no se mantiene dentro del cauce.

A continuación, se analiza la sección K0+045(Inicio Box Culvert) teniendo en cuenta que se propone un box culvert con dimensiones de 1.20 x 1.50 m, con una longitud de 30.0m. Para lo que al modelar con un caudal de 3.7 m3/seg arroja que la estructura cumple con la capacidad hidráulica.

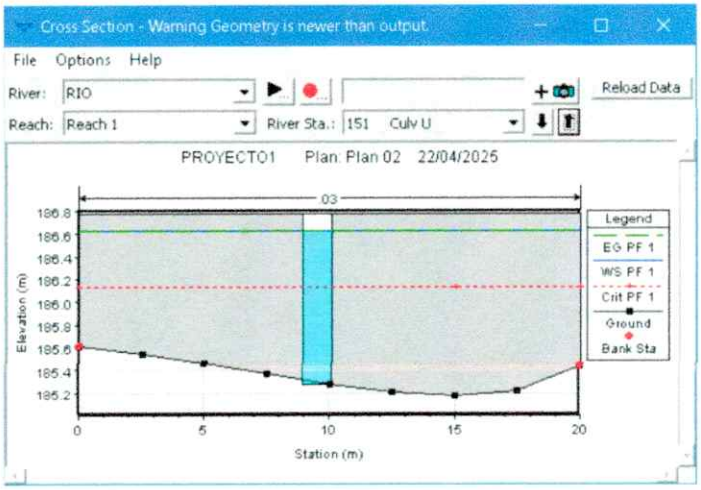


Ilustración 9 Sección Box culvert N1 Aguas arriba K0+045.

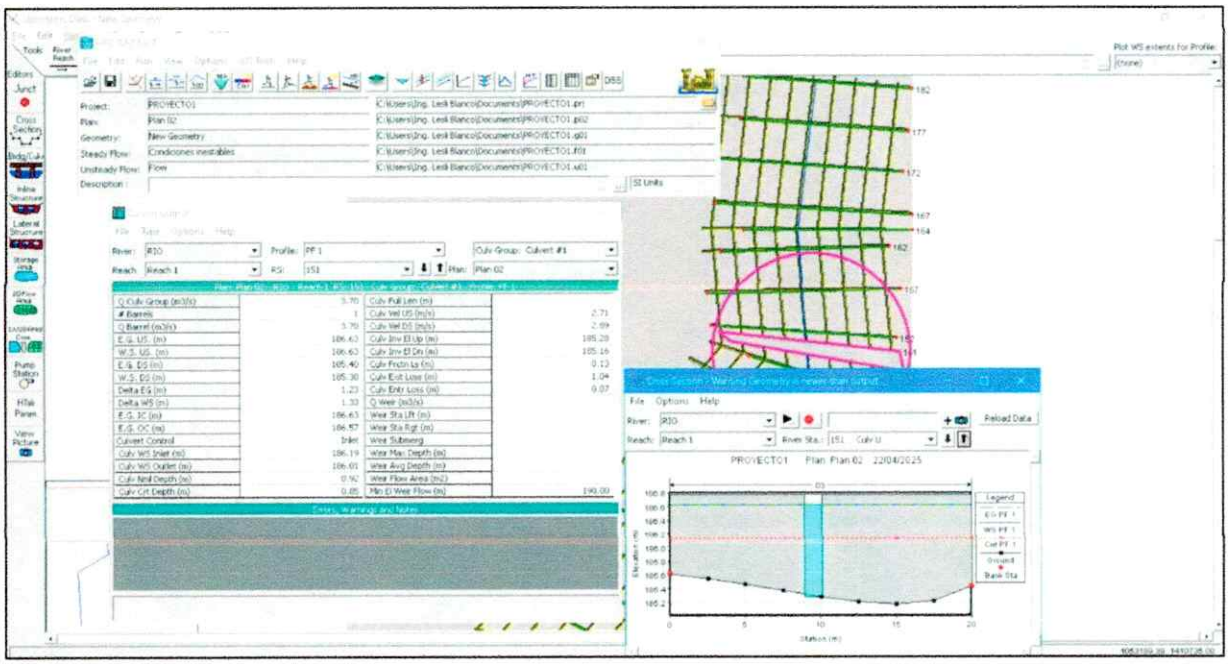


Ilustración 10 Modelación general Box Culvert 1

Posterior, se realiza el diseño del box culvert #2, se inicia en la K0+00 con una tubería de 36" en PVC con una longitud de 214.624 m, con pendiente de 1.20% (Ilustración 10, validación de tirantes) En la abscisa K0+214.624 se inicia el box culvert con dimensiones de 1. 50 x 2.00 m con una longitud de 36.00 m y pendiente del 1%. Finalmente se encauza en una tubería de PVC con diámetro de 36" hasta llegar a la canal existente.

A continuación, se procede a la validación de la capacidad hidráulica de los elementos de conducción analizados, incluyendo tanto la tubería como el box culvert, con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento del sistema. Este análisis se realiza en cumplimiento de los criterios de diseño hidráulico establecidos, asegurando que se respeten las relaciones de flujo y los parámetros de eficiencia hidráulica requeridos para la sección del proyecto en estudio.

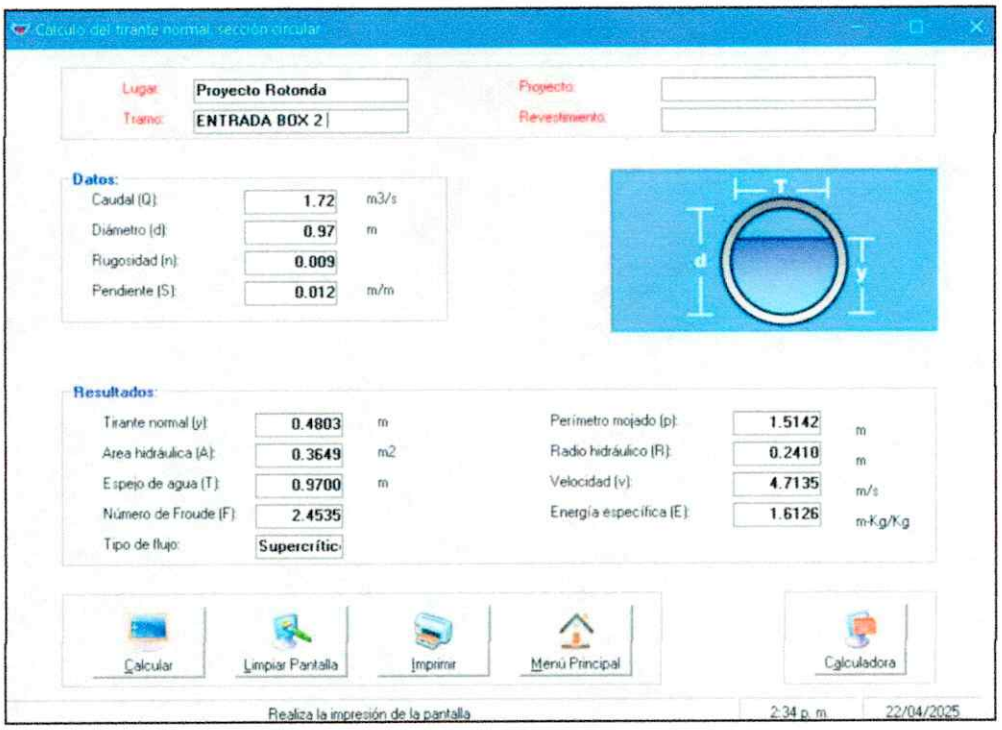


Ilustración 11 Capacidad hidráulica tubería de 36" en PVC aguas arriba. K0+000

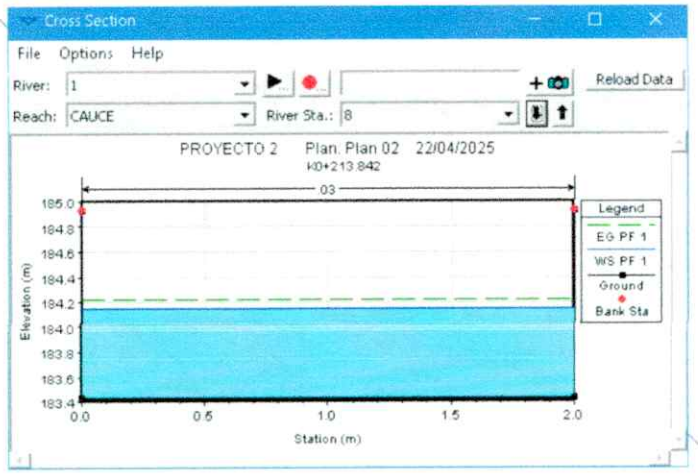


Ilustración 12 Evaluación hidráulica Box Culvert #2

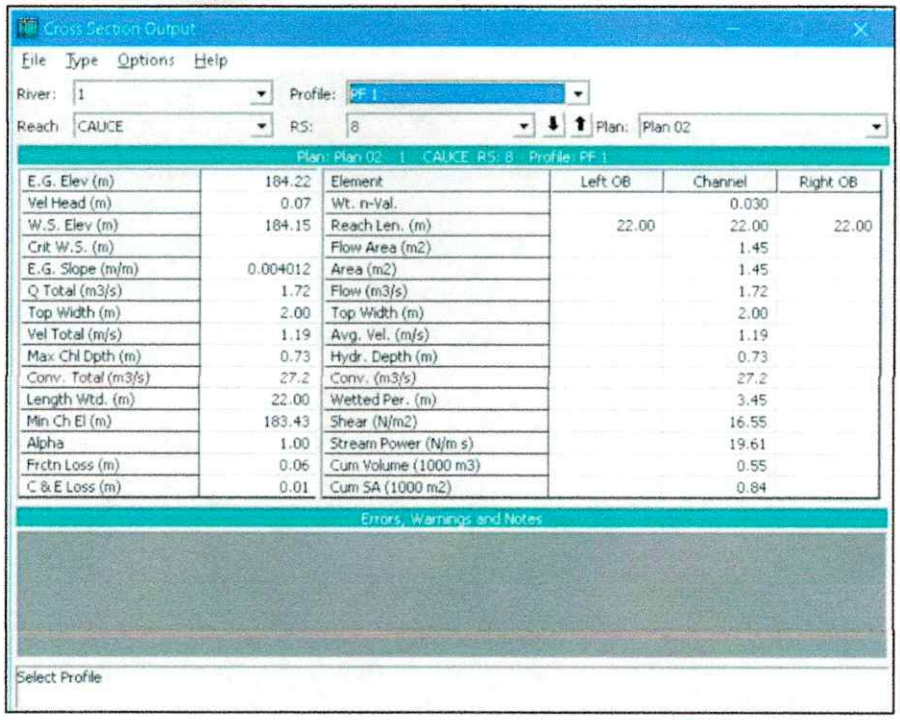


Ilustración 13 Resultados parámetros hidráulicos, box culvert.

Cabe destacar que, si bajo la condición de diseño correspondiente a un período de retorno de 100 años el tramo del canal natural evaluado demuestra capacidad hidráulica suficiente para conducir el caudal de diseño sin desbordamientos ni afectaciones al régimen de flujo, se infiere técnicamente que, ante caudales menores, las condiciones hidráulicas serán aún más favorables. Esto se traduce en una mayor seguridad hidráulica y un margen operativo adicional frente a eventos de menor magnitud.

De las tablas de resultados entregados por el software para la modelación hidráulica del tramo del caño de estudio, bajo la hipótesis de flujo uniforme en régimen mixto, se puede analizar lo siguiente:

- Los valores de velocidad máxima y mínima registrados por el software en el tramo en estudio son 1.92m/s y 0.52 m/s respectivamente. de acuerdo al manual de drenaje INVIAS la velocidad máxima NO genera procesos de erosión y *socavación y la mínima no favorece los procesos de sedimentación en los tramos* donde se encuentran el box culvert a implementar.

5.2.3. EVALUACIÓN HIDRÁULICA SUMIDEROS

Teniendo en cuenta que la pavimentación se proyecta en zonas urbanas, las aguas se captarán en el bordillo mediante sumideros simples (Con rejilla) construidos en concreto. La conducción de aguas lluvias hasta su disposición final se realizará mediante tuberías colectoras de PVC de 315 mm (12") y 400 mm (16").

Se optan por sumideros tipo rejilla. Sin embargo, se recomienda realizar mantenimientos de limpieza ya que puede perder área efectiva de captación por efecto de acumulación de sedimentos en los espacios entre las barras.



Ilustración 14 Detalle del sumidero de rejilla lateral propuesto para el área en estudio.

CALCULO DISEÑO DE SUMIDERO TIPO			
Área de captación	**A =**	0.45	m^2
Longitud de la rejilla	**L =**	0.65	m
Altura de la lámina de agua sobre la cresta del vertedero, m	**h =**	0.08	m
Ancho de la rejilla libre	**a =**	0.7	m
REJILLA			
Diámetro de Barras	Ø 1" =	0.025	m
Espaciamiento entre Barras	e =	0.030	m
Número de Barras	nb =	11	unidades
Número de Espacios	ne =	12	unidades
Área Libre	Ae =	0.24	m^2
Caudal de Captación (Capacidad de captación)	**Qc =**	0.18	**m3/seg**
Velocidad entre Barras	Vb =	0.75	m/s
El material de la rejilla es en hierro fundido, con marco y barrotes de 25 mm.			

Tabla 14 Cálculo diseño de sumidero tipo

Se proyecta la construcción de 9 sumideros de rejilla lateral con dimensiones de 0.70 m x 1.50 m. Con un espaciamiento de 0.03 m, barrotes de 1". Este se ubicará de acuerdo al plano anexo 01.

De acuerdo a lo anterior se realiza el cálculo del caudal que captará el sumidero proyectado con sus respectivos detalles.

Sector- Tramo	Longitud (m)	Ancho de calzada (m)	Tipo de superficie	Ai (Ha)	Ci	AixCi (Ha)	So vía (%)	Cp	KIRPICH Tc (min)	TEMEZ Tc (min)	V.CHOW Tc (min)	TC prom (min)	Intensidad diaria (mm/hr)	Intensidad de precipitaci	Caudal escorrentía probable
SUMIDERO 1	52.842	7.0	Pavimento	0.037	0.95	0.04	1.50%	0.56	2.08	1.78	9.56	4.48	89.34	249.14	0.11
			Residencial	0.260	0.5	0.13									
			TOTAL	0.30		0.17									
				Cprom=	0.56										
SUMIDERO 2	48.53	3.7	Pavimento	0.018	0.05	0.00	2.00%	0.48	1.75	1.58	8.26	3.86	89.34	271.09	0.12
			Residencial	0.318	0.5	0.16									
			TOTAL	0.34		0.16									
				Cprom=	0.48										
SUMIDERO 3	48.53	3.7	Pavimento	0.018	0.05	0.00	2.10%	0.48	1.71	1.57	8.13	3.80	89.34	273.47	0.13
			Residencial	0.348	0.5	0.17									
			TOTAL	0.37		0.17									
				Cprom=	0.48										
SUMIDERO 4	136.26	14.3	Pavimento	0.195	0.05	0.01	1.14%	0.40	4.80	3.86	19.15	9.27	89.34	164.20	0.16
			Residencial	0.670	0.5	0.34									
			TOTAL	0.87		0.34									
				Cprom=	0.40										
SUMIDERO 5	31.72	14.3	Pavimento	0.045	0.05	0.00	1.14%	0.45	1.56	1.28	7.53	3.46	89.34	288.92	0.15
			Residencial	0.380	0.5	0.19									
			TOTAL	0.43		0.19									
				Cprom=	0.45										
SUMIDERO 6	31.45	7.3	Pavimento	0.023	0.05	0.00	2.00%	0.46	1.25	1.14	6.26	2.88	89.34	320.63	0.11
			Residencial	0.250	0.5	0.13									
			TOTAL	0.27		0.13									
				Cprom=	0.46										
SUMIDERO 7	35.29	7.3	Pavimento	0.026	0.05	0.00	3.50%	0.47	1.10	1.12	5.63	2.62	89.34	338.86	0.15
			Residencial	0.320	0.5	0.16									
			TOTAL	0.35		0.16									
				Cprom=	0.47										
SUMIDERO 8	90.14	7.3	Pavimento	0.066	0.05	0.00	3.50%	0.32	2.27	2.28	10.27	4.94	89.34	235.56	0.03
			Residencial	0.100	0.5	0.05									
			TOTAL	0.17		0.05									
				Cprom=	0.32										
SUMIDERO 9	130.05	7.3	Pavimento	0.095	0.05	0.00	3.50%	0.28	3.01	3.01	12.98	6.33	89.34	204.26	0.03
			Residencial	0.100	0.5	0.05									
				Cprom=	0.28										

Sector- Tramo	Ancho mojado (T)	Profundidad del agua(Y)	Longitud (m)	Longitud real de la rejilla (m)	Área (m2)	Velocidad (m/seg)	Energía especifica	Longitud del sumidero (m)	Área (m2)	Velocidad (m/seg)	Caudal de captación del sumidero (m3/seg)	CRITERIO
SUMIDERO 1	3.83	0.08	3.70	1.86	0.15	0.78	0.11	0.65	0.06	32.48	0.18	CUMPLE
SUMIDERO 2	3.26	0.07	3.39	4.30	0.11	1.13	0.13	0.51	0.06	71.51	0.18	CUMPLE
SUMIDERO 3	3.28	0.07	3.49	4.40	0.11	1.23	0.14	0.49	0.07	66.31	0.18	CUMPLE
SUMIDERO 4	5.13	0.10	4.77	2.89	0.26	0.60	0.12	0.75	0.08	36.80	0.18	CUMPLE
SUMIDERO 5	5.09	0.10	4.72	2.87	0.26	0.60	0.12	0.74	0.08	37.19	0.18	CUMPLE
SUMIDERO 6	3.18	0.06	3.28	3.28	0.10	1.11	0.13	0.50	0.06	58.43	0.18	CUMPLE
SUMIDERO 7	2.51	0.05	3.02	7.22	0.06	2.42	0.35	0.15	0.08	95.06	0.18	CUMPLE
SUMIDERO 8	1.44	0.03	1.34	3.50	0.02	1.67	0.17	0.10	0.02	200.55	0.18	CUMPLE
SUMIDERO 9	1.38	0.03	1.25	3.18	0.02	1.62	0.16	0.09	0.02	204.60	0.18	CUMPLE

Tabla 15 Cálculo de longitud de sumideros, caudales de captación.

5.2.4. DISEÑO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

Teniendo en cuenta la información otorgada por la **ESTACIÓN GAMARRA CESAR**, se estimaron los parámetros hidrológicos para el cálculo de los tiempos de concentración. Cabe resaltar que el periodo de retorno escogido corresponde a los criterios de la ilustración3 (Curvas IDF).

El diseño hidráulico se realiza basado en los criterios de la sección 4 de la RES 0330 DEL 2017 y la RESOLUCIÓN 0799 DEL 2021, los cuales se presentan a continuación.

- ✓ Diámetro interno real mínimo de 260 mm
- ✓ La velocidad máxima real de un colector por gravedad no debe sobrepasar los 5.0 m/seg, determinada para el caudal de diseño.
- ✓ El valor máximo permisible de la profundidad del flujo para el caudal de diseño en un colector es de 93% del diámetro interno real de este, correspondiente a flujo lleno.
- ✓ *El esfuerzo cortante en la pared de la tubería debe ser mayor a 1,0 Pa.*
- ✓ Las estructuras complementarias de la red de alcantarillado no deben sobrepasar los 120m entre cada una para tramos con aportes de caudal y 300m en interceptores y emisarios finales sin aportes de caudal.
- ✓ Las estructuras de conexión para inspección, limpieza e ingreso del personal de mantenimiento debe diseñarse con los diámetros mínimos estipulados en la siguiente tabla:

Mayor diámetro de las tuberías conectadas (mm)	Diámetro interno de la estructura (m)
De 200 a 500	1,20
Mayor que 500 hasta 750	1,50
Mayor que 750 hasta 900	1,80

A continuación, se presentan los resultados arrojados para el manejo de aguas lluvias:

DISEÑO HIDRÁULICO SISTEMA PLUVIAL													
TRAMO		LONG	DIÁMETRO TUBERÍA			Cota Topografica		Profundidad a Clave		Cota Clave		Cota Batea		Pend tub(%)
INICIO	FIN		Nominal (in)	Externo (m)	Interno (m)	De	A	De	A	De	A	De	A	
SUM1	C1	14.80	12	0.315	0.284	189.324	189.247	1.00	1.29	188.324	187.954	188.009	187.639	2.50%
SUM2	C1	0.70	12	0.315	0.284	189.247	189.247	1.28	1.29	187.972	187.954	187.657	187.639	2.50%
C1	C2	9.16	16	0.400	0.362	189.247	189.354	1.31	1.63	187.954	187.725	187.554	187.325	2.50%
SUM3	C2	0.65	12	0.315	0.284	189.354	189.354	1.65	1.63	187.656	187.725	187.341	187.325	2.50%
C2	PZ1	7.51	16	0.400	0.362	189.354	189.300	1.65	1.76	187.725	187.537	187.325	187.137	2.50%
PZ1	PZ2	1.82	16	0.400	0.362	189.300	188.860	1.78	1.42	187.517	187.435	187.117	187.035	4.50%
SUM4	C3	0.80	12	0.315	0.284	187.648	187.798	0.87	1.04	186.783	186.763	186.468	186.448	2.50%
C3	C4	100.19	16	0.400	0.362	187.798	186.772	1.04	0.72	186.763	186.048	186.363	185.648	0.71%
SUM5	C4	0.80	12	0.315	0.284	186.622	186.772	0.57	0.81	186.048	185.963	185.668	185.648	2.50%
C4	INICIO BOX 2	43.16	16	0.400	0.362	186.772	186.696	0.81	1.10	185.963	185.596	185.648	185.196	1.05%
SUM6	INICIO BOX 2	3.50	12	0.315	0.284	187.331	186.696	0.88	0.35	186.446	186.346	186.131	186.031	2.86%
PEXIS	PZ2	17.57	36	0.500	0.452	188.945	188.860	1.20	1.30	187.745	187.555	187.245	187.035	1.20%
PZ2	INICIO BOX 2	38.33	36	0.500	0.452	188.860	186.696	1.32	1.00	187.535	185.696	187.015	185.196	4.75%
INICIO BOX 2	FIN BOX 2	36.00	36	0.500	0.452	186.696	186.336	1.00	1.37	185.696	184.969	185.196	184.469	2.02%
FIN BOX 2	PZ3	55.85	36	0.500	0.452	186.336	187.000	1.37	3.00	184.969	183.999	184.469	183.499	1.74%
PZ3	PZ4	52.71	36	0.500	0.452	187.000	181.500	3.02	1.10	183.979	180.400	183.479	179.900	6.79%
PZ4	ENTREGA	86.37	36	0.500	0.452	181.500	182.870	1.12	4.22	180.380	178.653	179.880	178.15	2.00%
SUM7	C5	11.20	12	0.315	0.284	181.671	181.821	1.200	1.000	180.471	180.247	180.156	179.932	2.00%
SUM8	C6	0.80	12	0.315	0.284	187.542	187.692	0.885	1.051	186.657	186.641	186.342	186.326	2.00%
C6	C7	100.00	12	0.315	0.284	187.692	185.546	1.071	0.155	186.621	185.391	186.306	185.076	1.23%
SUM9	C7	0.80	12	0.315	0.284	185.396	185.546	0.025	0.155	185.371	185.391	185.096	185.076	2.50%
C7	INICIO BOX 1	20.66	12	0.315	0.284	185.546	187.000	0.175	1.866	185.371	185.134	185.056	184.819	1.15%
SUM10	CANAL	8.00	12	0.315	0.284	189.016	188.591	1.185	1.000	187.831	187.591	187.516	187.276	3.00%

Tabla 16 Resultados de diseño de alcantarillado pluvial

DISEÑO HIDRAULICO SISTEMA PLUVIAL																		
TRAMO		LONG	Area (Ha)		C promedio	Q Diseño (lps)	A lleno (m^2)	V lleno (m/s)	T (Pa)	Q lleno (m^3/s)	Q lleno (lps)	q/Q	Chequeo	Relaciones Hidraùlicas				
INICIO	FIN		Incremento	Acumulada										y/D	v/V	d/D	a/A	t/T
SUM1	C1	14.80	0.297	0.297	0.56	41.05	0.063	1.20	17.36	0.076	75.76	0.54	OK	0.587	0.881	0.487	0.61	1.1
SUM2	C1	0.70	0.336	0.336	0.48	39.70	0.063	1.20	17.36	0.076	75.76	0.52	OK	0.574	0.871	0.472	0.594	1.087
C1	C2	9.16	0.000	0.633	0.52	81.13	0.103	1.41	22.12	0.145	144.70	0.56	OK	0.6	0.891	0.502	0.626	1.112
SUM3	C2	0.65	0.366	0.366	0.52	46.87	0.063	1.20	17.36	0.076	75.76	0.62	OK	0.638	0.919	0.55	0.674	1.145
C2	PZ1	7.51	0.000	0.999	0.52	128.01	0.103	1.41	22.15	0.145	144.79	0.88	OK	0.811	1.019	0.871	0.869	1.217
PZ1	PZ2	1.82	0.000	1.364	0.52	174.88	0.103	1.89	39.82	0.194	194.13	0.90	OK	0.826	1.024	0.915	0.883	1.217
SUM4	C3	0.80	0.400	0.400	0.50	49.67	0.063	1.20	17.36	0.076	75.76	0.66	OK	0.663	0.937	0.585	0.704	1.164
C3	C4	100.19	0.000	0.400	0.50	49.67	0.103	0.75	6.31	0.077	77.31	0.64	OK	0.651	0.928	0.568	0.689	1.155
SUM5	C4	0.80	0.189	0.189	0.50	23.47	0.063	1.20	17.36	0.076	75.76	0.31	OK	0.432	0.74	0.328	0.413	0.908
C4	INICIO BOX 2	43.16	0.000	0.589	0.50	73.14	0.103	0.91	9.27	0.094	93.65	0.78	OK	0.741	0.986	0.713	0.795	1.205
SUM6	INICIO BOX 2	3.50	0.000	0.589	0.50	73.14	0.063	1.28	19.83	0.081	80.99	0.90	OK	0.826	1.024	0.915	0.883	1.217
PEXIS	PZ2	17.57	0.278	0.278	0.47	32.45	0.160	1.13	13.21	0.181	180.87	0.18	OK	0.325	0.626	0.236	0.282	0.732
PZ2	INICIO BOX 2	38.33	0.000	1.642	0.47	191.70	0.160	2.25	52.44	0.360	360.41	0.53	OK	0.581	0.876	0.479	0.602	1.093
INICIO BOX 2	FIN BOX 2	36.00	0.000	1.642	0.47	191.70	0.160	1.47	22.31	0.235	235.10	0.82	OK	0.768	1	0.767	0.824	1.213
FIN BOX 2	PZ3	55.85	0.000	1.642	0.47	191.70	0.160	1.36	19.19	0.218	218.05	0.88	OK	0.811	1.019	0.871	0.869	1.217
PZ3	PZ4	52.71	0.000	1.642	0.47	191.70	0.160	2.69	75.02	0.431	431.08	0.44	OK	0.522	0.833	0.415	0.528	1.029
PZ4	ENTREGA	86.37	0.000	1.642	0.47	191.70	0.160	1.46	22.10	0.234	233.96	0.82	OK	0.768	1	0.767	0.824	1.213
SUM7	C5	11.20	0.346	0.346	0.47	40.06	0.063	1.07	13.88	0.068	67.76	0.59	OK	0.619	0.905	0.526	0.65	1.129
SUM8	C6	0.80	0.166	0.166	0.50	20.59	0.063	1.07	13.88	0.068	67.76	0.30	OK	0.424	0.732	0.321	0.404	0.897
C6	C7	100.00	0.000	0.166	0.50	20.59	0.063	0.84	8.54	0.053	53.14	0.39	OK	0.488	0.799	0.381	0.485	0.987
SUM9	C7	0.80	0.195	0.195	0.32	15.56	0.063	1.20	17.36	0.076	75.76	0.21	OK	0.352	0.655	0.258	0.314	0.779
C7	INICIO BOX 1	20.66	0.000	0.361	0.05	4.53	0.063	0.81	7.96	0.051	51.32	0.09	OK	0.228	0.515	0.161	0.172	0.542
SUM10	CANAL	8.00	0.200	0.361	0.50	45.80	0.063	1.31	20.83	0.083	82.99	0.55	OK	0.594	0.886	0.494	0.618	1.106

Tabla 17 Resultados de diseño de alcantarillado pluvial 2

DISEÑO HIDRAULICO SISTEMA PLUVIAL																	
TRAMO		LONG	Valores a sección parcialmente llena	Chequeos parámetros de diseño						No Froud	Condición flujo				Cota Energia	
INICIO	FIN		y(m)	v (m/s)	d (m)	a (m²)	t (Pa)	v<5m/s	y<0.85D	t>1Pa			Prof. Hid (m)	V²/2g (m)	Energia (m)	De	A
SUM1	C1	14.80	0.17	1.05	0.14	0.039	19.09	OK	OK	OK	0.90	supercrítico	0.167	0.057	0.223	188.23	187.64
SUM2	C1	0.70	0.16	1.04	0.13	0.038	18.87	OK	OK	OK	0.91	supercrítico	0.163	0.055	0.218	187.87	187.64
C1	C2	9.16	0.22	1.25	0.18	0.064	24.60	OK	OK	OK	0.94	supercrítico	0.217	0.080	0.297	187.85	187.32
SUM3	C2	0.65	0.18	1.10	0.16	0.043	19.87	OK	OK	OK	0.89	subcrítico	0.181	0.062	0.243	187.58	187.32
C2	PZ1	7.51	0.29	1.43	0.32	0.089	26.96	OK	OK	OK	0.82	subcrítico	0.294	0.105	0.398	187.72	187.14
PZ1	PZ2	1.82	0.30	1.93	0.33	0.091	48.46	OK	OK	OK	1.07	supercrítico	0.299	0.190	0.489	187.61	187.03
SUM4	C3	0.80	0.19	1.12	0.17	0.045	20.20	OK	OK	OK	0.88	subcrítico	0.188	0.064	0.252	186.72	186.45
C3	C4	100.19	0.24	0.70	0.21	0.071	7.29	OK	OK	OK	0.49	subcrítico	0.236	0.025	0.260	186.62	185.64
SUM5	C4	0.80	0.12	0.88	0.09	0.026	15.76	OK	OK	OK	0.93	supercrítico	0.123	0.040	0.163	185.83	185.65
C4	INICIO BOX 2	43.16	0.27	0.90	0.26	0.082	11.17	OK	OK	OK	0.56	subcrítico	0.268	0.041	0.309	185.96	185.19
SUM6	INICIO BOX 2	3.50	0.23	1.31	0.26	0.056	24.14	OK	OK	OK	0.82	subcrítico	0.235	0.087	0.322	186.45	186.03
PEXIS	PZ2	17.57	0.15	0.71	0.11	0.045	9.67	OK	OK	OK	0.69	subcrítico	0.147	0.025	0.172	187.42	187.03
PZ2	INICIO BOX 2	38.33	0.26	1.97	0.22	0.097	57.31	OK	OK	OK	1.35	supercrítico	0.263	0.197	0.460	187.48	185.18
INICIO BOX 2	FIN BOX 2	36.00	0.35	1.47	0.35	0.132	27.06	OK	OK	OK	0.79	subcrítico	0.347	0.109	0.457	185.65	184.46
FIN BOX 2	PZ3	55.85	0.37	1.38	0.39	0.139	23.36	OK	OK	OK	0.70	subcrítico	0.367	0.098	0.464	184.93	183.49
PZ3	PZ4	52.71	0.24	2.24	0.19	0.085	77.19	OK	OK	OK	1.65	supercrítico	0.236	0.255	0.491	183.97	179.86
PZ4	ENTREGA	86.37	0.35	1.46	0.35	0.132	26.80	OK	OK	OK	0.79	subcrítico	0.347	0.108	0.456	180.34	178.14
SUM7	C5	11.20	0.18	0.97	0.15	0.041	15.68	OK	OK	OK	0.80	subcrítico	0.176	0.048	0.224	180.38	179.93
SUM8	C6	0.80	0.12	0.78	0.09	0.026	12.45	OK	OK	OK	0.83	subcrítico	0.120	0.031	0.152	186.49	186.33
C6	C7	100.00	0.14	0.67	0.11	0.031	8.43	OK	OK	OK	0.65	subcrítico	0.139	0.023	0.161	186.47	185.06
SUM9	C7	0.80	0.10	0.78	0.07	0.020	13.52	OK	OK	OK	0.92	supercrítico	0.100	0.031	0.131	185.23	185.08
C7	INICIO BOX 1	20.66	0.06	0.42	0.05	0.011	4.32	OK	OK	OK	0.62	subcrítico	0.065	0.009	0.074	185.13	184.82
SUM10	CANAL	8.00	0.17	1.16	0.14	0.039	23.03	OK	OK	OK	0.99	supercrítico	0.169	0.069	0.237	187.75	187.27

Tabla 18 Resultados de diseño de alcantarillado pluvial 3

5.2.5. DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

De acuerdo a lo solicitado y las condiciones actuales del terreno, se proyecta una red de alcantarillado sanitario teniendo en cuenta las áreas en expansión urbana, siguiendo los parámetros que se presentan a continuación:

Redes de recolección: Las redes de recolección son un conjunto de tuberías, interceptores, emisarios, cámaras de inspección, que recolectan y transportan las aguas servidas hasta su disposición final.

Las redes de recolección se modelaron por medio del programa Excel donde se determinaron caudales de los tramos definidos. Para la determinación de los caudales por tramo sólo se tuvo en cuenta las áreas en expansión ya que actualmente no existe infraestructura.

El caudal de diseño se determinó con las aportaciones de los caudales máximo horario, de conexiones erradas y de infiltración para cada uno de los tramos teniendo en cuenta las áreas. La norma establece que cuando los caudales de diseño sean inferiores a 1.5 L/s deberán tomarse este último como caudal de diseño.

El diámetro de los tramos es de 8" cumpliendo con el diámetro mínimo y el tipo de material es PVC. Los resultados se evidencian en la tabla del Anexo 1.

Estructura de conexión. Estructura construida para la unión de uno o más tramos de redes de alcantarillado, con el fin de permitir cambios de alineamiento horizontal y vertical en el sistema, y en muchos casos la inspección y limpieza de la red.

Las estructuras proyectadas son cámaras de inspección en concreto impermeabilizado con diámetro interno de 1.20 m.

Para las acometidas domiciliarias se proyectas cajas de inspección en concreto impermeabilizado de 0.60x0.60 interno.

- **Trazado:** Deberá ubicarse a uno de los costados de la vía, a una distancia aproximada de un cuarto del ancho de la calzada respetando la distancia libre con respecto a otras redes. Deben estar a 0.50 m de la acera y 1.50 m del paramento.
- **Profundidad:** La profundidad mínima a cota clave debe ser 0.75 m en vías peatonales o zonas verdes y de 1.20 m en zonas vehiculares.
- **Diámetro:** El diámetro interno mínimo real es de 170 mm y para poblaciones

menores a 2.500 habitantes de 140 mm

- **Caudal de diseño:** El caudal de diseño no debe ser inferior a 1.5 L/s, si se da el caso debe tomarse éste como caudal de diseño.
- **Velocidad:** La velocidad real máxima dentro del colector debe ser inferior a 5.0 m/s.
- **Profundidad de flujo:** La profundidad del flujo en un colector debe ser del 85% del diámetro real de éste.
- **Autolimpieza:** La velocidad mínima real permitida será aquella que genere un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínimo de 1.0 Pa.
- **Domiciliarias:** Para domiciliarias el diámetro interno real mínimo es de 140 mm con pendiente mínima del 2%
- **Cámaras o registros de inspección:** Pueden ser circulares con distancias máximas de 120 m.

Se proyecta la instalación de un colector sanitario de 10 pulgadas de diámetro, en tubería de PVC, destinado a servir un área tributaria estimada en aproximadamente 10 hectáreas. En caso de que las condiciones de diseño o las características del área de influencia se modifiquen, será necesario realizar una revisión y validación del proyecto por parte del diseñador responsable.

Pozos de inspección		Long (m)	Diam			Areas Aferentes (ha)		poblacion acomulada (hab)	Caudal (lps)				QMD (lps)	F mayoracion	QMH (lps)	Coeficientes (lps)		Q Calc (lps)	Q Diseño (lps)	A lleno (m^2)	V lleno (m/s)	T (Pa)	Q lleno (m^3/s)	Q lleno (lps)	q/Q	Chequeo
De	A		Pulg	Exter (m)	Inter (m)	Parcial	Acumul		Domest	Indust	Comer	Instituc				Infiltrac	Erradas								
PZ1	ENTREGA 1	74,99	10	0.260	0.227	10.000	10.086	2246	2,87	1.00	2.00	0.00	5.87	1.80	10.57	2.017	1.009	13.60	13.60	0.040	0.49	3.63	0.020	19.98	0.68	OK

Pozos de inspección		Diam			Areas Aferentes (ha)		poblacion acomulada (hab)	Relaciones Hidraúlicas					Valores a sección parcialmente llena					Chequeos parámetros de diseño			No Froud	Condición flujo			
De	A	Pulg	Exter (m)	Inter (m)	Parcial	Acumul		y/D	v/v	d/D	a/A	t/T	y(m)	V (m/s)	d (m)	a (m^2)	t (Pa)	v<5m/s	y<0.85D	t>1Pa			Prof. Hid (m)	F/2g (m)	Energia (m)
PZ1	ENTREGA 1	10	0.260	0.227	10.000	10.086	2246	0.676	0.946	0.604	0.72	1.173	0.15	0.47	0.14	0.029	4.25	OK	OK	OK	0.40	subcritico	0.153	0.011	0.165

Tabla 19 Resultados proyección de colector sanitario.

5.2.6. DISEÑO DE ACOMETIDA DE AGUA POTABLE

Tal como se indicó previamente, considerando que se trata de una zona destinada a la expansión urbana, se proyecta la instalación de un pase para tubería de agua potable, con miras a futuras edificaciones de carácter no residencial o de uso mixto. La demanda prevista corresponde a un total de 3.250 unidades de consumo, estimándose un caudal máximo probable de 22,74 m^3/h.

Con base en este caudal, se ha dimensionado una acometida en tubería de polietileno

de alta densidad (PE100), de 90 mm de diámetro nominal y clase de presión PN16, lo cual genera una velocidad de conducción del flujo del orden de 1,48 m/s.

Cálculo del caudal aportada por cada local, oficina, etc.

Aparatos	Caudal por Aparato	Nº. Aparatos	Caudal total
Lavamanos	0.05 L/s	1000	50.00 L/s
Lavabo	0.10 L/s		
Ducha	0.20 L/s	500	100.00 L/s
Bañera L>= 1,40 m	0.30 L/s		
Bañera L< 1,40 m	0.20 L/s		
Bidé	0.10 L/s		
Inodoro con tanque (cisterna)	0.10 L/s	1000	100.00 L/s
Inodoro con fluxómetro	1.25 L/s		
Orinal (Urinarios) con grifo temporizado Fluxometro	0.15 L/s		
Orinal con tanque (Urinarios con cisterna (c/u))	0.04 L/s	250	10.00 L/s
Fregadero doméstico	0.20 L/s	500	100.00 L/s
Fregadero no doméstico	0.30 L/s		
Lavavajillas doméstico	0.15 L/s		
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0.25 L/s		
Lavadero	0.20 L/s		
Lavadora doméstica	0.20 L/s		
Lavadora industrial (8 kg)	0.60 L/s		
Pozuelo o grifo aislado	0.15 L/s		
Grifo garaje	0.20 L/s		
Vertedero	0.20 L/s		
Total		3250	360.00 L/s
Simultaneidad por aparatos Kv	0.02		

Caudal aportado por el sistema con presión directa de la red

Cantidad de instalaciones del mismo tipo:	1
Simultaneidad por instalación repetida Ke:	1.00
Caudal máximo probable Qmaxe:	6.32 L/s
Caudal máximo probable Qmaxe:	22.74 m^3/h

Caudal que pasará por la acometida y medidor

Caudal:	22.74 m^3/h

Acometida a instalar cálculada

Diámetro de la acometida:	90 mm PE100 PN16
Velocidad en la acometida:	1.48 m/s

Tabla 20 Cálculo de acometida general

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos por las diversas metodologías utilizadas para el cálculo del caudal de crecientes para diferentes períodos de retorno de la subcuenca del caño de estudio, que linda con el proyecto CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ, se puede concluir:

1. El estudio hidrológico realizado arroja que la estación más cercana al proyecto es la Estación de Gamarra Cesar, con una intensidad de 89.34 mm/hr para una duración de 15 minutos en un tiempo de retorno de 5 años.

2. Para la delimitación de la cuenca se empleó el software Global Mapper, lo que permitió determinar parámetros morfométricos clave. La cuenca tiene un área de 1,09 km², una forma alargada y una longitud de cauce principal de 1,645 km, con una pendiente media del 2,74 %. Esta configuración geomorfológica favorece un escurrimiento eficiente y una respuesta hidrológica rápida, pese al mayor tiempo de recorrido típico de cuencas alargadas.

3. El tiempo de concentración, calculado mediante los métodos de California Culvert Practice y Kirpich (1942), fue de 23,28 minutos. Aunque presenta un bajo factor de forma, su alta compactación contribuye a una rápida concentración del flujo. Los parámetros de suelo fueron asumidos según la información disponible, recomendándose su verificación en futuras etapas del proyecto.

4. Mediante el software HMS, se determina un caudal pico de 3.7 m3/seg para un TR de 100 años, lo que se interpreta como un pico moderado, pero significativo para zonas urbanas. Una precipitación de 79.99 mm indica un evento moderado a fuerte, con una alta infiltración o cobertura vegetal indicadora.

5. Del análisis de la información hidráulica se puede concluir, que de acuerdo a la topografía resulta necesario la implementación de dos estructuras de drenaje (Box Culvert) esto en las abscisas K0+130 y K0+146 en el sentido Este-Norte, con dimensiones tipo de 1.50 m x 1.20 m.

   Posterior, se realiza el diseño del box culvert #2, se inicia en la K0+00 con una tubería de 36" en PVC con una longitud de 214.624 m, con pendiente de 1.20% (Ilustración 10, validación de tirantes) En la abscisa K0+214.624 se inicia el box culvert con dimensiones de 1. 50 x 2.00 m con una longitud de 36.00 m y pendiente del 1%. Finalmente se encauza en una tubería de PVC con diámetro de 36" hasta llegar a la canal existente.

6. Se proyecta la construcción de 9 sumideros de rejilla lateral con dimensiones de 0.70 m x 1.50 m. Con un espaciamiento de 0.03 m, barrotes de 1". Este se ubicará de acuerdo al plano anexo 01.

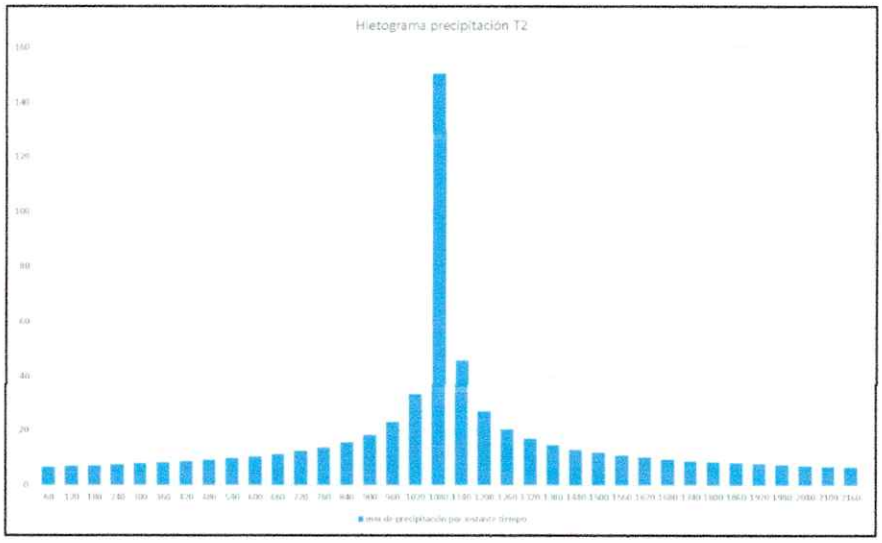
7. Dado que el área corresponde a una zona de expansión urbana con proyección para edificaciones no residenciales o de uso mixto, se ha contemplado la instalación de un pase para tubería de agua potable. La demanda estimada asciende a 3.250 unidades de consumo, con un caudal máximo probable de 22,74 m^3/h. En función de este caudal, se ha dimensionado una acometida en tubería de polietileno de alta densidad (PE100), de 90 mm de diámetro nominal y clase de presión PN16, lo que permite una velocidad de conducción del flujo aproximada de 1,48 m/s. Se proyecta la instalación de un colector sanitario de PVC de 10 pulgadas de diámetro, diseñado para atender una cuenca tributaria de aproximadamente 10 hectáreas. Cualquier modificación en las condiciones de diseño o en las características del área de influencia requerirá revisión y validación por el diseñador responsable del proyecto.

ANEXO 1. MÉTODO DE BLOQUE ALTERNO- HIETOGRAMA TR 2 AÑOS

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 2 AÑOS	
Duración de la tormenta (h)	3
Intesidad de lluvia (mm/h)	16.53
Precipitación en 24 horas (mm)	49.60
Intervalos de tiempo (min)	60

180 min

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	150.52	150.52	150.52	150.52	6.51	6.51
120	98.19	196.37	45.85	45.85	6.75	6.75
180	76.47	229.42	33.05	33.05	7.02	7.02
240	64.05	256.19	26.77	26.77	7.32	7.32
300	55.82	279.08	22.90	22.90	7.66	7.66
360	49.88	299.30	20.22	20.22	8.04	8.04
420	45.36	317.54	18.23	18.23	8.47	8.47
480	41.78	334.22	16.69	16.69	8.97	8.97
540	38.85	349.67	15.45	15.45	9.56	9.56
600	36.41	364.09	14.42	14.42	10.26	10.26
660	34.33	377.65	13.56	13.56	11.11	11.11
720	32.54	390.47	12.82	12.82	12.18	12.18
780	30.97	402.65	12.18	12.18	13.56	13.56
840	29.59	414.26	11.61	11.61	15.45	15.45
900	28.36	425.37	11.11	11.11	18.23	18.23
960	27.25	436.03	10.66	10.66	22.90	22.90
1020	26.25	446.29	10.26	10.26	33.05	33.05
1080	25.34	456.18	9.89	9.89	150.52	150.52
1140	24.51	465.74	9.56	9.56	45.85	45.85
1200	23.75	475.00	9.26	9.26	26.77	26.77
1260	23.05	483.97	8.97	8.97	20.22	20.22
1320	22.39	492.69	8.71	8.71	16.69	16.69
1380	21.79	501.16	8.47	8.47	14.42	14.42
1440	21.23	509.41	8.25	8.25	12.82	12.82
1500	20.70	517.45	8.04	8.04	11.61	11.61
1560	20.20	525.30	7.84	7.84	10.66	10.66
1620	19.74	532.96	7.66	7.66	9.89	9.89
1680	19.30	540.44	7.49	7.49	9.26	9.26
1740	18.89	547.77	7.32	7.32	8.71	8.71
1800	18.50	554.94	7.17	7.17	8.25	8.25
1860	18.13	561.96	7.02	7.02	7.84	7.84
1920	17.78	568.85	6.89	6.89	7.49	7.49
1980	17.44	575.60	6.75	6.75	7.17	7.17
2040	17.12	582.23	6.63	6.63	6.89	6.89
2100	16.82	588.74	6.51	6.51	6.63	6.63
2160	16.53	595.14	6.40	6.40	6.40	6.40

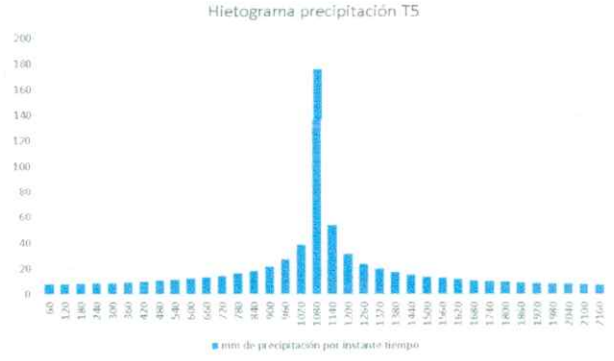


ANEXO 2. MÉTODO DE BLOQUE ALTERNO- HIETOGRAMA TR 5 AÑOS

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 5 AÑOS	
Duración de la tormenta (h)	**3**
Intesidad de lluvia (mm/h)	**19.31**
Precipitación en 24 horas (mm)	**57.94**
Intervalos de tiempo (min)	**60**

180 min

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	175.84	175.84	175.84	175.84	7.61	7.61
120	114.70	229.41	53.56	53.56	7.89	7.89
180	89.34	268.01	38.61	38.61	8.21	8.21
240	74.82	299.29	31.27	31.27	8.56	8.56
300	65.21	326.03	26.75	26.75	8.95	8.95
360	58.28	349.65	23.62	23.62	9.39	9.39
420	52.99	370.95	21.30	21.30	9.90	9.90
480	48.81	390.45	19.50	19.50	10.48	10.48
540	45.39	408.50	18.05	18.05	11.17	11.17
600	42.53	425.35	16.85	16.85	11.99	11.99
660	40.11	441.19	15.84	15.84	12.98	12.98
720	38.01	456.16	14.97	14.97	14.22	14.22
780	36.18	470.38	14.22	14.22	15.84	15.84
840	34.57	483.95	13.56	13.56	18.05	18.05
900	33.13	496.93	12.98	12.98	21.30	21.30
960	31.84	509.38	12.46	12.46	26.75	26.75
1020	30.67	521.37	11.99	11.99	38.61	38.61
1080	29.61	532.93	11.56	11.56	175.84	175.84
1140	28.64	544.10	11.17	11.17	53.56	53.56
1200	27.75	554.91	10.81	10.81	31.27	31.27
1260	26.92	565.39	10.48	10.48	23.62	23.62
1320	26.16	575.57	10.18	10.18	19.50	19.50
1380	25.46	585.47	9.90	9.90	16.85	16.85
1440	24.80	595.11	9.64	9.64	14.97	14.97
1500	24.18	604.50	9.39	9.39	13.56	13.56
1560	23.60	613.67	9.16	9.16	12.46	12.46
1620	23.06	622.62	8.95	8.95	11.56	11.56
1680	22.55	631.36	8.75	8.75	10.81	10.81
1740	22.07	639.92	8.56	8.56	10.18	10.18
1800	21.61	648.30	8.38	8.38	9.64	9.64
1860	21.18	656.50	8.21	8.21	9.16	9.16
1920	20.77	664.55	8.04	8.04	8.75	8.75
1980	20.38	672.44	7.89	7.89	8.38	8.38
2040	20.01	680.18	7.75	7.75	8.04	8.04
2100	19.65	687.79	7.61	7.61	7.75	7.75
2160	19.31	695.26	7.47	7.47	7.47	7.47

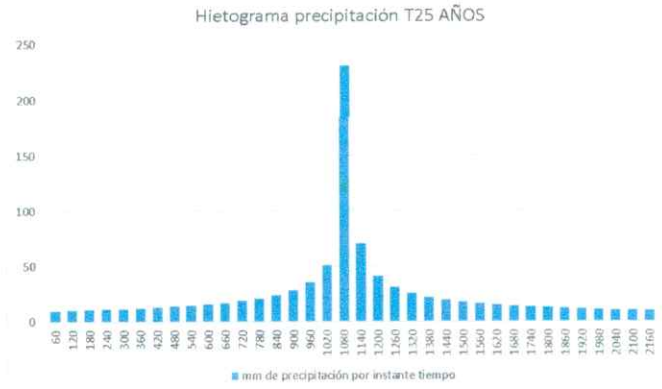


ANEXO 3. MÉTODO DE BLOQUE ALTERNO- HIETOGRAMA TR 25 AÑOS

HIETOGRAMA PARA PERIODO RETORNO 25 AÑOS	
Duración de la tormenta (h)	3
Intesidad de lluvia (mm/h)	25.38
Precipitación en 24 horas (mm)	76.13
Intervalos de tiempo (min)	60

180 min

Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación Alternada (mm)	Int. Parcial Alternada (mm)
60	231.07	231.07	231.07	231.07	9.99	9.99
120	150.73	301.45	70.38	70.38	10.37	10.37
180	117.39	352.18	50.73	50.73	10.78	10.78
240	98.32	393.28	41.09	41.09	11.24	11.24
300	85.69	428.43	35.15	35.15	11.76	11.76
360	76.58	459.46	31.04	31.04	12.34	12.34
420	69.64	487.45	27.99	27.99	13.01	13.01
480	64.13	513.07	25.62	25.62	13.78	13.78
540	59.64	536.79	23.71	23.71	14.68	14.68
600	55.89	558.93	22.14	22.14	15.75	15.75
660	52.70	579.74	20.81	20.81	17.06	17.06
720	49.95	599.42	19.68	19.68	18.69	18.69
780	47.55	618.11	18.69	18.69	20.81	20.81
840	45.42	635.93	17.82	17.82	23.71	23.71
900	43.53	652.99	17.06	17.06	27.99	27.99
960	41.83	669.36	16.37	16.37	35.15	35.15
1020	40.30	685.11	15.75	15.75	50.73	50.73
1080	38.91	700.29	15.19	15.19	231.07	231.07
1140	37.63	714.97	14.68	14.68	70.38	70.38
1200	36.46	729.18	14.21	14.21	41.09	41.09
1260	35.38	742.95	13.78	13.78	31.04	31.04
1320	34.38	756.33	13.38	13.38	25.62	25.62
1380	33.45	769.34	13.01	13.01	22.14	22.14
1440	32.58	782.00	12.66	12.66	19.68	19.68
1500	31.77	794.35	12.34	12.34	17.82	17.82
1560	31.01	806.39	12.04	12.04	16.37	16.37
1620	30.30	818.15	11.76	11.76	15.19	15.19
1680	29.63	829.64	11.49	11.49	14.21	14.21
1740	29.00	840.88	11.24	11.24	13.38	13.38
1800	28.40	851.89	11.01	11.01	12.66	12.66
1860	27.83	862.68	10.78	10.78	12.04	12.04
1920	27.29	873.25	10.57	10.57	11.49	11.49
1980	26.78	883.62	10.37	10.37	11.01	11.01
2040	26.29	893.79	10.18	10.18	10.57	10.57
2100	25.82	903.79	9.99	9.99	10.18	10.18
2160	25.38	913.61	9.82	9.82	9.82	9.82



Alcaldía de Aguachica

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MÉTODOS CONSTRUCTIVOS (HIDRÁULICA)

OBJETO: "ESTUDIOS Y DISEÑOS PATA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL

MUNICIPIO DE AGUACHICA"

CESAR

MUNICIPIO DE AGUACHICA, DEPARTAMENTO DEL

2025

Alcaldía de Aguachica

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

En las presentes especificaciones se da mayor énfasis en la definición de las características y calidad de obra terminada que en la descripción de los procedimientos necesarios para obtener tales resultados. Por otra parte, la omisión *de descripciones detalladas de procedimientos de construcción en muchas de las* especificaciones refleja la suposición básica que el Contratista conoce las prácticas de construcción.

GENERALIDADES.

A. IDENTIFICACION

Las siguientes especificaciones corresponden a la construcción del proyecto "ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA".

B. NORMAS

Determina las características mínimas, tipo y calidad de los materiales a usarse en la obra, estipulan condiciones, características constructivas, pero no constituyen en ningún momento un manual de construcción.

NOMBRE	ENTIDAD
Normas Técnicas Colombianas NTC.	ICONTEC
Especificaciones Técnicas de Construcción	MUNICIPIO OBJETO DEL CONTRATO
American Concrete Institute.	ACI
American Society for Testing and Materials	ASTM
American Institute of Steel Construction.	AISC
Instituto Colombiano de Productores de Cemento	ICPC

Ley 400/1997 Decreto 33 de 1998 Código Colombiano de Construcciones Sismo resistentes y anexos posteriores.	NSR-98 Y NSR-10
Código Eléctrico Nacional	ICONTEC NTC-2050
Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y anexos posteriores.	MINVIVIENDA
Reglamento técnico de iluminación y alumbrado Público (RETILAP)	ICONTEC

C. PLANOS Y DOCUMENTOS

Para la ejecución de los trabajos el contratista se ceñirá a los siguientes documentos: Planos que se anexan a estas especificaciones prioritariamente.

D. CAMBIO DE ESPECIFICACIONES

Cualquier cambio en las especificaciones que proponga el contratista, deberá ser aprobado por la entidad contratante, en forma escrita, previo concepto del Interventor. Cualquier omisión en las presentes especificaciones, no exime de responsabilidad al Contratista, ni podrá tomarse como base para futuras reclamaciones. No se medirán ni se pagarán obras ejecutadas para conveniencia del Contratista y los costos no se tendrán en cuenta en ningún acta parcial o total. La forma de pago será de acuerdo a las cantidades de obra ejecutadas totalmente y recibidas a satisfacción por el Interventor, su medición será de acuerdo a las Unidades especificadas para cada ítem o Capítulo en el cuadro de Cantidades de Obra, anexas al Pliego.

E. FUENTES DE MATERIALES DE CONSTRUCCION

Fuentes de Materiales de Construcción: Con la debida anterioridad y especialmente en la visita de obra para iniciar los trabajos en los cuales se necesitan utilizar materiales como arenas y agregados propios de la región, el contratista deberá realizar la explotación de los mismos, colocando toda la infraestructura necesaria, previendo no sólo la explotación bajo todas las normas técnicas y seguridad que existen para el efecto, sino a la vez tendrá en cuenta e indicará la forma como se solucionará el transporte, explotación y demás datos técnicos que se consideren de importancia para ejecutar la obra de la presente oferta. En caso de que, a juicio del Proponente, la información anterior sea insuficiente para su propuesta, debe a su propio costo y riesgo hacer las investigaciones complementarias que sean convenientes para la correcta presentación de la oferta.

F. ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

Todos los elementos y materiales suministrados deben ser nuevos, sin uso, de primera calidad, de fácil montaje, remplazo, y libre de defectos e imperfectos. La Interventoría puede rechazar los materiales o elementos si no los encuentra de acuerdo con lo establecido en las normas y especificaciones. En tal caso el contratista debe remplazar el material o elementos rechazados, sin costo adicional para la entidad contratante dentro de los plazos fijados en el contrato. El contratista debe planear y estudiar todos los suministros, para que los materiales se encuentren en el sitio de las obras en el momento necesario. La responsabilidad por el suministro oportuno de los materiales es del contratista y por consiguiente éste no puede solicitar ampliación del plazo, ni justificar o alegar demoras en la fecha de la entrega de la obra por causa del suministro deficiente o inoportuno de los materiales.

G. VARIOS

Los Contratistas deberán acreditar la idoneidad y experiencia necesaria en este tipo de obras, así como la disponibilidad de maquinaria y equipo necesario, para el correcto desarrollo de la obra. En el sitio deberá permanecer un Ingeniero debidamente matriculado y con la experiencia de obras similares, lo cual acreditará ante la Interventoría. El tránsito de vehículos y equipo necesario para esta obra dentro de esta Unidad deberá regirse por las normas que imponga la Base y cualquier violación será responsabilidad única y exclusiva del Contratista. Una vez terminados los trabajos y antes de efectuar el acta de recibo final de obra el contratista deberá entregar los planos y diagramas definitivos de la instalación efectuada. Antes de cubrir las tuberías de la red hidráulica deberá efectuarse la

prueba de funcionamiento a satisfacción. La propuesta deberá incluir la totalidad del valor de la obra y no se reconocerá al proponente que resulte favorecidos costos omitidos. Cualquier modificación en los diseños y especificaciones y aumento de cantidades de obra deberá llevar el visto bueno del Interventor, y Interventor de obra. El contratista debe prever todas las medidas de seguridad necesarias tanto para el personal de obreros comprometidos en la construcción, como para los transeúntes del sector. Deberá colocar elementos tales como: cintas de prevención, avisos de seguridad, etc. Cualquier accidente que esté comprometido con la construcción de la obra será responsabilidad del contratista. Cualquier gasto de ensayos y pruebas de laboratorio, permisos, u otro que se genere una vez contratada la ejecución de la obra, correrán por cuenta del contratista. El contratista deberá prever la vigilancia de la obra durante el tiempo de ejecución de la misma, considerando para ello todos los costos que se generen. El contratista debe prever con el tiempo suficiente el alquiler, compra, o adquisición de todos los materiales, herramientas, equipos o cualquier otro elemento requerido para la ejecución de la obra, no se aceptarán retardos en la terminación del proyecto por ninguna de estas causas.

Nota: Los precios unitarios presentados por el contratista deberán contemplar los costos de suministro de materiales, mano de obra (considerando todo gasto por concepto de sueldos, prestaciones sociales, servicio médico, etc.), herramientas, formaletas, equipo, transporte, cargue y descargue, aseo, limpieza, retiros y cualquier costo directo o indirecto que genere la realización de la obra.

Es de suma importancia que el contratista verifique personalmente las distancias reales, el estado de las vías de acceso, los lugares de suministro de materiales y cualquier otra determinante que afecte directa o indirectamente la construcción, y por ende el presupuesto final. Todas las referencias y marcas enunciadas en accesorios, materiales y equipos, son exclusivamente una guía elaborada por el diseñador, con el fin de dar pautas sobre la calidad de la obra que se pretende ejecutar, sin embargo, el proponente está en libertad de presentar las referencias y marcas que considere, siempre y cuando se ajusten a la calidad exigida y a un costo equivalente, lo cual deberá ser certificado por la supervisión de la obra.

El programa deberá respetar las fechas de terminación contractuales de tal manera que el contratista ordene sus recursos y actividades para el cumplimiento de los plazos contractuales, pero dentro de un enfoque de cooperación y flexibilidad con los requerimientos de EL INTERVENTOR al ordenar sus actividades, recursos y rendimientos. El programa respetará igualmente las fechas intermedias de terminación indicadas por EL INTERVENTOR.

H. PRUEBAS E INSPECCIÓN DE SUMINISTROS

Todos los materiales, incluyendo las materias primas, componentes y productos finales, pueden ser objeto de inspección y pruebas por parte del MUNICIPIO DE AGUACHICA CESAR, en la cantidad que considere razonable, en cualquier tiempo y lugar antes de la aceptación final.

Cuando cualquiera de las obras, materiales o accesorios no cumplan con los requisitos del Contrato, el MUNICIPIO DE AGUACHICA CESAR tendrá el derecho de rechazarlo o de requerir su corrección. El CONTRATISTA debe asumir los gastos que implique reemplazarlos o corregirlos con la mayor brevedad posible, y por su cuenta, de acuerdo con lo solicitado por el MUNICIPIO.

Si el CONTRATISTA no realiza prontamente la corrección solicitada, el MUNICIPIO DE AGUACHICA CESAR podrá reemplazar o corregir la anomalía mediante algún contrato u otra modalidad y cobrar al CONTRATISTA los costos en que haya incurrido o podrá dar por terminado el Contrato por incumplimiento.

El CONTRATISTA deberá realizar las pruebas en fábrica o cantera a los materiales y suministros de acuerdo con lo requerido en las Especificaciones Técnicas y en las Normas, como también aquellas hechas rutinariamente. Todas las pruebas en fábrica o cantera, tipo *o especiales, deberán practicarse en presencia del representante autorizado del* MUNICIPIO AGUACHICA CESAR. El CONTRATISTA debe informar al MUNICIPIO sobre el método para efectuar las pruebas de fábrica y debe acordar con ella el programa de pruebas más conveniente, notificándola con suficiente anticipación, acerca de la realización de cualquier prueba de fábrica, de tal manera que el representante del MUNICIPIO pueda estar presente.

Todos los materiales deben someterse a una verificación visual de sus dimensiones, así como a todas las pruebas de rutina. Si cualquiera de los materiales no pasa alguna de las pruebas, debe cambiarse y nuevamente someterse a todas las pruebas aplicables. No se incurrirá en costos adicionales para el MUNICIPIO AGUACHICA CESAR, ni se otorgarán ampliaciones en los plazos de entrega por esta causa.

La asistencia o inasistencia del MUNICIPIO a cualquier prueba, no libera la responsabilidad de EL CONTRATISTA de cumplir con los requisitos de calidad, ni con lo estipulado en las Especificaciones Técnicas.

1. PRELIMINARES

1.1. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO (REDES)

DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere a establecer el emplazamiento exacto del proyecto, dentro del área que ha sido designada para el desarrollo, lo que involucra el Replanteo Topográfico General. El objetivo de este trabajo es definir la ubicación exacta de la obra en el terreno o área asignada para tal efecto, de acuerdo con los planos suministrados al Contratista.

El Contratista debe efectuar la localización y el replanteo con exactitud, empleando para ello personal experto y equipo de precisión. La referenciación planimétrica se iniciará mediante la selección de un punto fijo e inamovible, de coordenadas conocidas.

Se localizarán manualmente los elementos que componen la edificación, se marcarán los ejes y los cruces de éstos sobre los elementos verticales de la estructura y se localizarán los correspondientes mojones para la referenciación altimétrica determinando el nivel cero (0,0) según los diseños presentados en planos arquitectónicos. El procedimiento deberá ser realizado por personal calificado para este tipo de actividad.

Antes de iniciar cualquier otra actividad, el replanteo debe ser plenamente verificado.

Será responsabilidad del Contratista retirar todos aquellos elementos sobrantes, una vez la actividad haya sido terminada.

La comisión topográfica estará compuesta por un topógrafo y dos cadeneros, con todos los equipos de precisión que se requieran, y deberá acompañar las actividades de localización y replanteo, hasta terminar por completo el montaje de la estructura metálica.

ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR PARA LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.

- Determinar como referencia planimétrica el sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico.
- Determinar como referencia altimétrica el BM empleado en el levantamiento topográfico.
- Verificar linderos, cabida del lote y aislamientos.

- Identificar ejes extremos del proyecto.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCION.

- Localizar ejes estructurales.
- Demarcar e identificar convenientemente cada eje.
- Establecer y conservar los sistemas de referencia planimétrica y altimétrica.
- Establecer el nivel N = 0.00 arquitectónico para cada zona.
- Determinar ángulos principales con tránsito. Precisión 20".
- Determinar ángulos secundarios por sistema de 3-4-5.
- Emplear nivel de precisión para obras de alcantarillado.
- Emplear nivel de manguera para trabajos de albañilería.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El pago se hará por ML de localización y replanteo de tubería debidamente ejecutado medido en obra. El precio incluye los costos de todos los equipos necesarios para efectuar la actividad, así como los materiales y la mano de obra para la localización y marcación de ejes, y en general todo lo necesario para su correcta ejecución.

1.2. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere a establecer el emplazamiento exacto del proyecto, dentro del área que ha sido designada para el desarrollo, lo que involucra el Replanteo Topográfico General. El objetivo de este trabajo es definir la ubicación exacta de la obra en el terreno o área asignada para tal efecto, de acuerdo con los planos suministrados al Contratista.

El Contratista debe efectuar la localización y el replanteo con exactitud, empleando para ello personal experto y equipo de precisión. La referenciación planimétrica se iniciará mediante la selección de un punto fijo e inamovible, de coordenadas conocidas.

Se localizarán manualmente los elementos que componen la edificación, se marcarán los ejes y los cruces de éstos sobre los elementos verticales de la estructura y se localizarán los correspondientes mojones para la referenciación

altimétrica determinando el nivel cero (0,0) según los diseños presentados en planos arquitectónicos. El procedimiento deberá ser realizado por personal calificado para este tipo de actividad.

Antes de iniciar cualquier otra actividad, el replanteo debe ser plenamente verificado.

Será responsabilidad del Contratista retirar todos aquellos elementos sobrantes, una vez la actividad haya sido terminada.

La comisión topográfica estará compuesta por un topógrafo y dos cadeneros, con todos los equipos de precisión que se requieran, y deberá acompañar las actividades de localización y replanteo, hasta terminar por completo el montaje de la estructura metálica.

ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR PARA LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.

- Determinar como referencia planimétrica el sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico.
- Determinar como referencia altimétrica el BM empleado en el levantamiento topográfico.
- Verificar linderos, cabida del lote y aislamientos.
- Identificar ejes extremos del proyecto.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCION.

- Localizar ejes estructurales.
- Demarcar e identificar convenientemente cada eje.
- Establecer y conservar los sistemas de referencia planimétrica y altimétrica.
- *Establecer el nivel N = 0.00 arquitectónico para cada zona.*
- Determinar ángulos principales con tránsito. Precisión 20".
- Determinar ángulos secundarios por sistema de 3-4-5.
- Emplear nivel de precisión para obras de alcantarillado.
- Emplear nivel de manguera para trabajos de albañilería.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El pago se hará por M2 de localización y replanteo de estructuras debidamente ejecutado medido en obra. El precio incluye los costos de todos los equipos necesarios para efectuar la actividad, así como los materiales y la mano de obra para la localización y marcación de ejes, y en general todo lo necesario para su correcta ejecución.

2. EXCAVACIONES Y RELLENOS

2.1. EXCAVACIONES A MANO EN TIERRA EN SECO DE MATERIAL COMUN Y CONGLOMERADO (INCLUYE TRASIEGO, CARGUE Y RETIRO)

DESCRIPCION

Esta actividad se refiere a toda remoción de materiales térreos o pétreos in situ, con el fin de obtener los niveles previstos para la edificación, sujeto a las cotas y niveles indicados en el plano de implantación de la estructura en el terreno y las recomendaciones del estudio de suelos. La excavación será manual, en los anchos y profundidades requeridos para cada elemento. La actividad incluye el corte, cargue, descargue y transporte dentro y fuera de la obra. La actividad incluye las excavaciones que se requieran para todas las redes.

Se debe consultar y verificar las recomendaciones del Estudio de Suelos.

Antes de iniciar la excavación, se precisará el sitio por donde pasan las redes existentes de servicios. Si es necesario remover alguna de estas instalaciones, se deberán desconectar todos los servicios antes de iniciar el trabajo respectivo y proteger adecuadamente las instalaciones que van a dejarse en su lugar. También se hará un estudio de las estructuras adyacentes, para determinar y asumir los posibles riesgos que presente el trabajo.

Antes de comenzar las excavaciones el Contratista deberá hacer el levantamiento para determinar los niveles superiores del material a excavar con el fin de poder calcular el volumen compacto. No se reconocerán sobre-excavaciones. No se reconocerán costos adicionales por derrumbes, deslizamientos, ni bombeos alteraciones y en general por cualquier excavación suplementaria cuya causa le sea imputable al contratista. Éste deberá asumir la responsabilidad por todos los daños y/o perjuicios que puedan ser causados a terceros, durante la ejecución de las excavaciones y trasiego de materiales sobrantes.

El Contratista no será indemnizado por derrumbes. Las obras adicionales requeridas para restablecer las condiciones del terreno o el aumento de la profundidad y de las dimensiones de la cimentación correrán por cuenta del Constructor.

Incluye el cargue, retiro y acarreo del material de escombro y sobrante proveniente de la ejecución del ítem, en los lugares autorizados para tal fin. De no efectuarse el trasiego inmediatamente después de que se realice la actividad, los componentes serán apilados en un lugar fuera del perímetro de la obra donde se facilite su posterior trasiego a los lugares determinados para tal fin.

ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR PARA LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.

- Consultar y verificar recomendaciones del Estudio de Suelos.
- Consultar y verificar procesos constructivos del Proyecto Estructural.
- Corroborar la conveniencia de realizar la excavación por medios manuales.
- Verificar niveles y dimensiones expresados en los Planos de Construcción.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Realizar cortes verticales para excavaciones a poca profundidad, sobre terrenos firmes o sobre materiales de relleno, evitando el uso de entibados.
- Realizar cortes inclinados y por trincheras para mayores profundidades y sobre terrenos menos firmes, evitando el uso de entibados.
- Utilizar entibados para terrenos inestables ó fangosos ó en terrenos firmes cuando las excavaciones tengan profundidades mayores a un metro y se quieran evitar los taludes.
- Depositar la tierra proveniente de las excavaciones mínimo a un metro del borde de la excavación.
- Determinar mediante autorización escrita del Ingeniero de Suelos, las cotas finales de excavación.
- Verificar niveles inferiores de excavación y coordinar con niveles de cimentación.
- Verificar niveles finales de cimentación.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El pago se hará por metro cubico (M3) de excavación debidamente ejecutada, medido en obra. El precio incluye los costos de mano de obra y todos los equipos necesarios para efectuar la actividad. Los metros cúbicos de excavación que se medirán y pagarán serán compactos.

2.2. ENTIBADO O PROTECCIÓN DE TALUDES DE EXCAVACIONES MAYORES A 0.8 M

DESCRIPCION

Esta actividad comprende la ejecución de los trabajos necesarios para la protección lateral de excavaciones con profundidad mayor a 0.8 m, mediante la instalación de

entibados temporales o permanentes, o el perfilado y estabilización de taludes según el tipo de suelo, condiciones del terreno y diseño aprobado por la supervisión.

El propósito de esta actividad es garantizar la estabilidad de las paredes de la excavación y la seguridad del personal, maquinaria y estructuras cercanas durante la ejecución de los trabajos.

ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR PARA LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.

Replanteo y preparación

1. Verificar en planos las dimensiones de la excavación y zonas a proteger.
2. Marcar el perímetro de las áreas donde se instalará el entibado o protección.
3. Comprobar la estabilidad del terreno y presencia de estructuras adyacentes.

Ejecución del entibado

- **Etapa 1:** Iniciar la excavación en tramos cortos (no mayores a 0.80 m) antes de instalar la primera sección de entibado.
- **Etapa 2:** Colocar las **tablas verticales o paneles** inmediatamente después de cada tramo excavado, ajustando los puntales horizontales o diagonales para mantener la presión del terreno.
- **Etapa 3:** Continuar la excavación y la instalación de entibado de forma progresiva hasta alcanzar la profundidad requerida.
- **Etapa 4:** Verificar periódicamente la alineación y la firmeza de los puntales y paneles.
- **Etapa 5:** Si se trata de entibado metálico modular, seguir las recomendaciones del fabricante en cuanto a montaje y capacidad de carga.

Protección de taludes

En caso de optar por taludes estables:

- **Etapa 1:** Ejecutar el corte con el ángulo de talud definido según el tipo de suelo (ver tabla de pendientes recomendadas).
- **Etapa 2:** Colocar malla metálica, geotextil o cobertura vegetal, según diseño.
- **Etapa 3:** Fijar con anclajes o estacas en la parte superior e intermedia.
- **Etapa 4:** Mantener drenajes superficiales para evitar acumulación de agua.

Retiro del entibado

- Una vez terminadas las obras en el fondo de la excavación y antes del relleno, el entibado podrá retirarse **en forma gradual y controlada**, rellenando simultáneamente los espacios con material adecuado.
- Si el entibado se considera **permanente**, se mantendrá según diseño y no se retirará.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El pago se hará por metros cuadrados (M2) de entibado debidamente ejecutados, medidos en obra. El precio incluye los costos de mano de obra y todos los equipos necesarios para efectuar la actividad. No se considerarán áreas ocultas o sin instalación.

2.3. RELLENO SELECCIONADO, INCL. SUMINISTRO Y COMPACTACION

Rellenos en material seleccionado compactado mecánicamente realizados en los sitios señalados dentro de los Planos Arquitectónicos, Planos Estructurales y Estudio de Suelos.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Verificar condiciones y niveles del terreno sobre el que se aplicará el relleno.
- Comprobar que el material escogido cumple con las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza.
- Determinar y aprobar métodos de compactación, especificando el tipo de equipos a utilizar de acuerdo con las condiciones del terreno y la magnitud del relleno.
- Verificar que los métodos de compactación no causen esfuerzos indebidos a ninguna estructura ni produzcan deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se coloque.
- Garantizar suministro de agua para humectación del material.
- Ejecutar relleno en capas sucesivas con espesores no mayores a 15 cm hasta alcanzar los niveles previstos.
- Verificar y controlar el grado de humedad requerido del material a través de riego ó secado garantizando la uniformidad.
- Compactar los materiales debidamente colocados, extendidos y nivelados en el sitio, hasta alcanzar el grado de compactación especificado.
- Llevar un registro, con base en pruebas de laboratorio, de la calidad, grado De compactación y estado genera del relleno.

- Efectuar correcciones, ajustes y modificaciones de los métodos, materiales y contenidos de humedad en caso de ser requeridos.
- Verificar niveles finales y grados de compactación para aceptación.
- Corregir las áreas que no se encuentren dentro de las tolerancias establecidas.

TOLERANCIAS PARA ACEPTACIÓN

Para la aceptación de labores ejecutadas se realizará posterior a revisión y visto bueno por parte del respectivo de la interventoría, dando estricto cumplimiento a la norma INVIAS vigente. Cabe recordar que dichos trabajos solo serán ejecutados cuando no haya lluvia o pronósticos de que ocurra un evento con alta probabilidad. Adicionalmente, se deberá cumplir con las exigencias generales y específicas sugeridas por el interventor de obra, además de las establecidas con el respectivo contrato de la obra.

MATERIALES

- Relleno con material seleccionado.

EQUIPOS

- Equipo de extendida
- Vibrocompactador tipo canguro
- Volqueta 7m3
- Carrotanque

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por metro cúbico (M3) debidamente ejecutado y recibido a satisfacción por la interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos arquitectónicos.

El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Materiales
- Equipos y herramientas.
- Mano de obra.
- Transportes dentro y fuera de la obra.

2.4. RELLENO PROVENIENTE DE EXCAVACIÓN, COMPACTADO.

DESCRIPCIÓN

Se refiere a rellenos proveniente de material en sitio, con materiales compactados con métodos manuales o mecánicos, en zanjas y cimentaciones.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Podrá utilizarse material proveniente de la excavación siempre que, a juicio de la interventoría y previos análisis de laboratorio, presente propiedades físicas y mecánicas para lograr una compactación que garantice la resistencia adecuada y el mínimo asentamiento.

- El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos: a) No debe contener material orgánico. b) En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o igual que 5 cm. c) Deberá ser aprobado por el Ingeniero Interventor.

- Una vez aceptado el material por parte de la interventoría, el contratista procederá a organizar su trabajo y colocación dentro de la zanja o cimentación, evitando la contaminación con materiales extraños o inadecuados.

- *La primera parte del relleno se hará invariablemente empleando en ella tierra* fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería o estructuras y el talud de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente con pala y apisonamiento suficiente hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo o estructuras; en caso de trabajos de jardinería el relleno se hará en su totalidad con el material indicado.

- Se debe tener el cuidado de no transitar ni ejecutar trabajos innecesarios sobre la tubería / estructuras hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre la misma o cualquier otra estructura.

- En la compactación deberá obtenerse una densidad del 90% de la densidad *máxima obtenida en el ensayo de Proctor modificado. La humedad del* material será controlada de tal manera que permanezca en el rango requerido para obtener la densidad especificada.

MATERIALES

- Agua (m3)
- Material proveniente de sitio (Óptimas condiciones).

EQUIPOS

- Herramienta menor.
- Compactador manual.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se medirá y pagará por metro cúbico (M3) debidamente ejecutado y recibido a satisfacción por la interventoría. La medida será obtenida por cálculos realizados sobre planos arquitectónicos.

El valor será el precio unitario estipulado dentro del contrato e incluye:

- Materiales
- Equipos y herramientas.
- Mano de obra.
- Transportes dentro y fuera de la obra.

2.5. SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE ARENA GRUESA E=10 CM, PARA CIMENTACIÓN DE TUBERÍAS Y LECHOS FILTRANTES, INCLUYE ACARREO

DESCRIPCIÓN

Comprende el suministro, extendido, nivelación y compactación de arena, con un espesor de 10cm, para dar una base de apoyo sobre la cual se puedan acomodar las tuberías de redes externas hidrosanitarias y acometidas. Este material se dispondrá para nivelar las áreas necesarias, siguiendo las indicaciones y niveles mostrados en los planos de diseño y movimientos de tierras.

La superficie donde se instalará el relleno deberá estar libre de vegetación, tierra orgánica, materiales de desecho de construcción u otros objetos que puedan interferir con las actividades de la obra.

No se pagarán llenos en sobre anchos ocasionados por desbarranques de terreno en las excavaciones o ejecutados innecesariamente por el Contratista.

ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR PARA LA EJECUCIÓN DEL ÍTEM.

- Determinar las especificaciones del material a utilizar proveniente de las excavaciones.
- Verificar niveles para terraplenes y rellenos.
- Verificar alineamientos, cotas, pendientes y secciones transversales incluidas en los planos generales.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Seleccionar el material proveniente de las excavaciones y solicitar la aprobación del ingeniero de suelos de acuerdo al uso que se le vaya a dar.
- Ejecutar relleno en capas sucesivas con espesores no mayores a 10cm hasta alcanzar los niveles previstos.
- Regar el material con agua para alcanzar el grado de humedad previsto.
- Verificar y controlar el grado de humedad requerido del material a través de riego ó secado garantizando la uniformidad.
- Compactar los materiales debidamente colocados, extendidos y nivelados en el sitio, hasta alcanzar el grado de compactación determinado en el Estudio de Suelos y en los Planos Estructurales.
- Efectuar correcciones, ajustes y modificaciones de los métodos, materiales y contenidos de humedad en caso de ser requeridos.
- Verificar niveles finales y grados de compactación para aceptación.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

El pago se hará por Metro cubico (M3) de relleno debidamente compactado medido en obra y recibido a satisfacción por el Supervisor. El precio incluye los costos de mano de obra y de todos los equipos y herramientas necesarias para la correcta ejecución de la actividad.

3. RED DE DESAGUE SANITARIO Y AGUA POTABLE

3.1. SUMINISTRO E INSTALACIÓN PVC-S 260MM
3.2. SUMINISTRO E INSTALACIÓN PVC-S 315MM
3.3. SUMINISTRO E INSTALACIÓN PVC-S 400 MM

DESCRIPCIÓN

Consiste en el suministro e instalación de tubería en PVC-S, necesarios para la construcción de cada uno de los tramos que constituyen la red de desagüe sanitaria y pluvial, conforme con los trazados y dimensiones establecidos en los planos de diseño. El material a utilizar en tubería corresponde a PVC-S, y deberá cumplir con lo establecido en NTC 1087 y NTC 1260.

Las redes de desagües por transportar aguas residuales y pluviales deben construirse en el material correspondiente a tubería P.V.C-S, según se establece en los planos de diseño, cumpliendo las siguientes especificaciones:

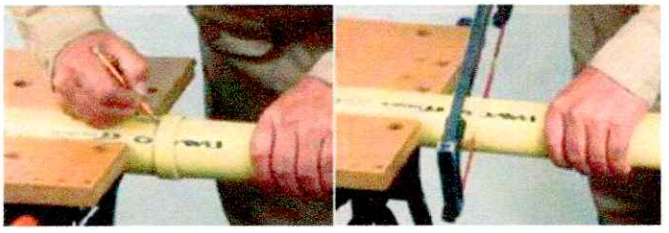
TUBERIAS SANITARIAS

Diámetro Nominal	Referencia	Diámetro Exterior Prom.		Espesor de Pared Mín.	
pulg.		mm.	pulg.	mm.	pulg.
1 ½	0170608001	48.26	1.900	2.79	0.110
2	0170708001	60.32	2.375	2.92	0.115
3	0170908001	82.55	3.250	3.18	0.125
4	0171008001	114.30	4.500	3.30	0.130
6	0171208001	168.28	6.625	4.12	0.162

Presion de prueba: 0.35 Mpa – 50 psi

El único sistema para unir Tuberías y Accesorios P.V.C.-S es a base de soldadura líquida que proporciona uniones más seguras y resistentes. Por lo que se deben seguir las siguientes instrucciones:

Cortar el tubo con una segueta. Asegurándose que el corte esté a escuadra usando una caja guía. Quitar las rebabas y las marcas de la segueta. (Usar una lima o papel lija).

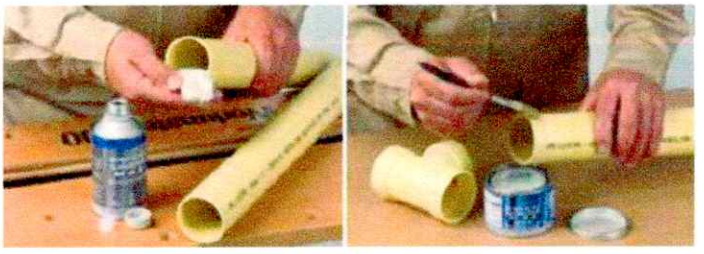


Usar la soldadura correcta; Soldadura líquida P.V.C. agua fría.

Antes de aplicar la soldadura probar la unión del tubo y el accesorio. El tubo no debe quedar flojo dentro del accesorio. En caso de que ocurra, probar con otro tubo u otro accesorio.

No olvidar limpiar el extremo del tubo y la campana del accesorio con Limpiador P.V.C. Esto debe hacerse, aunque aparentemente estén perfectamente limpios.

Aplicar la soldadura generosamente en el tubo y muy poca en la campana del accesorio, con una brocha de cerda natural. No usar brocha de nylon u otras fibras sintéticas. La brocha debe tener un ancho igual a la mitad del diámetro del tubo que se está instalando.



Unir el tubo con el accesorio asegurándose de un buen asentamiento y darle un cuarto de vuelta para distribuir la soldadura, mantenga firmemente la unión por 30 segundos.

En una unión bien hecha debe aparecer un cordón de soldadura entre el accesorio y el tubo, el cual no debe ser retirado. Sin embargo, tener cuidado de no aplicar soldadura en exceso, pues puede quedar activa en el interior del tubo debilitando la pared de este.

Toda la operación desde la aplicación de la soldadura hasta la terminación de la unión no debe tardar más de un minuto.

Dejar secar la soldadura 1 hora antes de mover la Tubería y esperar 24 horas para PVC antes de someter la línea a la presión de prueba.

No hacer la unión si el tubo o el accesorio están húmedos. No permitir que el agua entre en contacto con la soldadura líquida. No trabajar bajo la lluvia.

El tarro de soldadura líquida debe permanecer cerrado excepto cuando se está aplicando la soldadura.

Al terminar limpiar la brocha en un poco de Limpiador P.V.C. Al reutilizar secar bien la brocha antes de introducirla en la soldadura.

No diluir la soldadura con limpiador. Son incompatibles.

PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

La prueba de estanqueidad debe ser aplicada a los sistemas de desagüe y ventilación (si aplica), ya sea en su totalidad o por secciones. Si se aplica a todo el sistema, los puntos abiertos de éste deben estar taponados provisionalmente, excepto el punto más alto, y todo el sistema debe ser llenado con agua hasta rebosarlo. Si el sistema se prueba por secciones, cada punto abierto debe estar taponado provisionalmente, excepto el punto abierto más alto de la sección bajo prueba, y la sección debe llenarse con agua y sometida a una presión mínima de 3 m de columna de agua. Al probar secciones máximas de 3,0 m, se debe purgar la tubería para evitar la sobrepresión, y se mantendrá el agua en el sistema, o en la sección bajo prueba, por no menos de 15 min. El sistema o la sección deben ser herméticos.

PRUEBA DE FLUJO

La prueba de flujo se debe realizar individualmente a cada bajante del sistema de desagüe desde la parte más alta hasta la entrega a la primera caja de inspección, para verificar la capacidad de conducción del sistema. Esta prueba puede ser realizada vertiendo un volumen de agua en cada una de las bocas de desagües y verificando la continuidad del desagüe en la caja de inspección. Podrá utilizarse cualquier tipo de trazador.

TOLERANCIAS PARA LA ACEPTACIÓN

El contratista deberá instalar la tubería de PVC-S y PVC-L de acuerdo con la norma NTC 1087 y NTC 1260, en estricta conformidad con las especificaciones del fabricante.

MATERIALES

- Tubería pvc-s
- Tubería pvc-vent
- Limpiador pvc
- Soldadura líquida pvc
- Herramienta menor

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

- *La medida y forma de pago será el metro lineal (ML) de tubería instalado y* recibido a satisfacción de la Interventoría. El valor será el precio unitario

establecido dentro del contrato. Cualquier imperfección en la construcción de este ítem deberá ser reparada por el contratista a sus expensas.

3.4. SUMINISTRO E INSTALACIÓN 90MM PE100 PN16

DESCRIPCIÓN

Consiste en el suministro e instalación de tubería en PEAD necesaria para la construcción de cada uno de los tramos que constituyen las redes de acueducto, conforme con los trazados y dimensiones establecidos en los planos de diseño. El material a utilizar en tubería corresponde a PEAD y deberá cumplir con lo establecido en la NTC 595.

TUBERÍA PEAD

Las tuberías PEAD, deberán cumplir la NTC 595, debe emplearse tubería de fabricación nacional, de una marca que certifique las pruebas de producto realizadas. La presión mínima de trabajo de la tubería a instalar debe ser 200 psi con RDE mínimo 21.

A continuación, se presenta la tabla de dimensiones correspondientes a este tipo de tubería.

Tuberías PEAD Acuaflex PAVCO

Tuberías

PE 100 / PN 6 PRESION NOMINAL (PN)
DE TRABAJO A 23°C : 6 BAR - 87 PSI (RDE 26)

Diámetro Nominal mm.	Referencia	Diámetro Exterior Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación		Peso kg/m
50		50	2.0	46.00	Rollo	100 m	0.23
63		63	2.5	58.00	Rollo	100 m	0.49
75		75	2.9	69.20	Rollo	100 m	0.68
90		90	3.5	83.00	Rollo	100 m	0.98
110		110	4.2	101.60	Rollo	50 m	1.44
160		160	6.2	147.60	Tramo	6 m	3.09
200	2904017	200	7.7	184.60	Tramo	6 m	4.80
250	2904019	250	9.6	230.80	Tramo	6 m	7.49
315		315	12.1	290.60	Tramo	6 m	11.69
355		355	13.6	327.80	Tramo	6 m	15.06
400		400	15.3	369.40	Tramo	6 m	19.09

PE 100 / PN 8 PRESION NOMINAL (PN)
DE TRABAJO A 23°C : 8 BAR - 116 PSI (RDE 21)

Diámetro Nominal mm.	Referencia	Diámetro Exterior Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación		Peso kg/m
50		50	2.4	45.20	Rollo	100 m	0.27
63		63	3.0	57.00	Rollo	100 m	0.58
75		75	3.6	67.80	Rollo	100 m	0.83
90		90	4.3	81.40	Rollo	100 m	1.20
110		110	5.3	99.40	Rollo	50 m	1.80
160		160	7.7	144.60	Tramo	6 m	3.80
200	2904018	200	9.6	180.80	Tramo	6 m	5.93
250		250	11.9	226.20	Tramo	6 m	9.19
315		315	15.0	285.00	Tramo	6 m	14.60
355		355	16.9	321.20	Tramo	6 m	16.34
400		400	19.1	361.80	Tramo	6 m	23.60

PE 100 / PN 10 PRESION NOMINAL (PN)
DE TRABAJO A 23°C : 10BAR - 145 PSI (RDE 17)

Diámetro Nominal mm.	Referencia	Diámetro Exterior Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación		Peso kg/m
63	2900296	63	3.8	55.40	Rollo	100 m	0.74
75	NUEVO	75	4.4	66.18	Rollo	100 m	1.01
90	2900298	90	5.4	79.20	Rollo	100 m	1.46
110	2900287	110	6.6	96.80	Rollo	50 m	2.26
160	2900291	160	9.5	141.00	Tramo	6/12 m	4.57
200	2902458	200	11.9	176.20	Tramo	6/12 m	7.13
250	2902459	250	14.8	220.40	Tramo	6/10 m	11.24
315	2902497	315	18.7	277.60	Tramo	6/10 m	17.97
355	NUEVO	355	21.1	312.80	Tramo	6/10 m	22.86
400	2904821	400	23.7	352.60	Tramo	6/10 m	28.27

Acometidas Domiciliarias

PE 40 / PN 10 PRESION NOMINAL (PN)
DE TRABAJO A 23°C : 10BAR - 145 PSI (RDE 7.5)

Diámetro Nominal mm.	Referencia	Diámetro Exterior RDE Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación
16	2900289	16	2.7	11.40	Rollo 150mts.
20	2900293	20	3.4	13.20	Rollo 150mts.
25	2900294	25	4.2	16.60	Rollo 150mts.
32	2900295	32	5.4	21.20	Rollo 150mts.

PE 100 / PN 12.5 PRESION NOMINAL (PN)
DE TRABAJO A 23°C : 12.5 BAR - 181 PSI (RDE 14)

Diámetro Nominal mm	Referencia	Diámetro Exterior Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación		Peso kg/m
63		63	4.7	53.60	Rollo	100 m	0.89
75		75	5.4	64.29	Rollo	100 m	1.21
90		90	6.7	76.60	Rollo	100 m	1.81
110		110	8.1	93.80	Rollo	50 m	2.68
160	2905056	160	11.8	136.40	Tramo	6 m	5.67
200		200	14.7	170.60	Tramo	6 m	8.84
250		250	18.4	213.20	Tramo	6 m	13.82
315		315	23.2	268.60	Tramo	6 m	21.96
355		355	26.1	302.80	Tramo	6 m	27.85
400		400	29.4	341.20	Tramo	6 m	35.34

PE 100 / PN 16 PRESION NOMINAL (PN)
DE TRABAJO A 23°C : 16BAR - 230 PSI (RDE 11)

Diámetro Nominal mm.	Referencia	Diámetro Exterior Prom.	Espesor de Pared Mínimo	Diam. Interior mm	Presentación		Peso kg/m
* 50		50	4.6	40.80	Rollo	100 m	0.68
63	2900297	63	5.8	51.40	Rollo	100 m	1.09
* 75	NUEVO	75	6.8	61.36	Rollo	100 m	1.51
90	2900299	90	8.2	73.69	Rollo	100 m	2.17
110	2900288	110	10.0	98.00	Rollo	50 m	3.21
160	2900292	160	14.6	130.80	Tramo	6 m	6.81
200	2903708	200	18.2	163.60	Tramo	6 m	10.38
250	2905056	250	22.7	204.60	Tramo	6 m	16.65
315	NUEVO	315	28.6	257.80	Tramo	6 m	26.57
355	NUEVO	355	32.2	290.60	Tramo	6 m	33.72
400	NUEVO	400	36.3	327.40	Tramo	6 m	42.83

ACCESORIOS PEAD

Todos los accesorios en polietileno serán sometidos en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, en conformidad con la Norma Internacional ISO 2531- 4633- 5208.

Los accesorios de polietileno de alta densidad, cumplirán con las siguientes especificaciones:

Norma NTC 3409 o ASTM D 3261 para accesorios de polietileno para uniones por fusión a tope.

PRUEBAS HIDRÁULICAS.

Antes de someter las tuberías a las pruebas, deberá verificarse que las instalaciones se encuentren completamente terminadas, las tuberías debidamente soportadas, los anclajes bien colocados y fraguados y los rellenos convenientemente compactados. Las pruebas se harán para tramos no mayores de 500 metros o circuitos de igual longitud, y se realizarán a medida que avancen los trabajos.

PRUEBA DE PRESIÓN

Como norma general, las tuberías se someterán a una presión de 1.5 veces la presión máxima de servicio del tramo en prueba, sin exceder la presión de trabajo específica para la correspondiente clase de tubería.

El equipo para prueba, constará de una bomba de presión manual o mecánica de la capacidad adecuada según los diámetros de la tubería, un medidor que podrá ser de 5/8 de pulgada, una válvula de retención y manómetro.

Cuando el tramo que se va a probar, no pueda aislarse por medio de válvulas, se instalarán tapones en los extremos, que se acuñarán adecuadamente por medio de gatos hidráulicos, para contrarrestar el empuje causado por la presión de prueba.

La tubería se llenará de agua con una anticipación a la prueba no inferior de 24 horas, durante las cuales deberá expulsarse el aire por medio de ventosas, hidrantes o perforaciones ejecutadas en las partes altas y en los extremos taponados.

La presión de prueba se mantendrá por el tiempo necesario para comprobar que todos los componentes de la instalación funcionen correctamente, pero de todas maneras dicho período de tiempo no será inferior a cuatro horas.

En términos generales, para la prueba de presión, además de las normas anotadas, deberán tenerse en cuenta las estipuladas en cada caso por los fabricantes de las tuberías.

Durante la prueba, todos los tubos que resulten rotos serán reemplazados por los Contratistas. De la misma manera, las uniones que presentan escapes serán ajustadas siguiendo los métodos más indicados para el efecto; de no ser posible, serán desmontadas y reinstaladas.

REQUISITOS

Las tuberías y accesorios que se van a instalar deben almacenarse cerca de la zanja con los extremos de cada tubo bien taponados para no permitir la entrada de material extraño. Los accesorios y tuberías se deben limpiar internamente antes de su montaje. Cuando no se esté adelantando el trabajo de tendido y empate de tubería, los extremos y otras partes abiertas deben quedar bien tapados mientras se reanudan las labores.

Si se ha acumulado agua en la zanja, se debe suspender las labores hasta que esté drenada y seca la excavación, después de lo cual se reinicia los trabajos. Durante este tiempo los extremos y partes abiertas de las tuberías deben permanecer taponados usando para este efecto, materiales inertes como PVC y caucho. No se acepta el uso de materiales como estopas, bayetillas, costales, palos.

Una vez instalada la tubería y efectuadas las pruebas hidráulicas, se deja circular agua por las tuberías con el objeto de retirar todo el material extraño remanente, luego de lo cual se procederá a la desinfección. Para iniciarla se calcula el volumen de la tubería que se va a desinfectar entre los puntos de entrada y salida, los cuales generalmente se escogen donde haya un hidrante o donde sea fácil introducir en la tubería el desinfectante, cortar el flujo de líquido en un momento dado y se pueda drenar la tubería cuando sea necesario.

Se calcula la cantidad requerida de desinfectante para tener una concentración de por lo menos 50 mg de cloro por litro (50 gr./m3). Se inicia el llenado de la tubería botando las primeras aguas para arrastrar materiales sólidos y líquidos contaminantes, luego de lo cual se inicia la inyección del desinfectante, con el punto de salida abierto y drenando agua. La limpieza y arrastre iniciales con agua no sustituye las medidas preventivas iniciales (taponamiento de tubos, secado de zanjas, entre otras).

A intervalos apropiados de tiempo y/o longitud de tubería se determina el cloro residual hasta alcanzar una concentración de 25 mg/l en el punto más alejado a la inyección, momento en el cual se cierran la entrada y la salida y se permite un reposo de por lo menos 24 horas, el cloro residual en dicho punto una vez transcurridas las 24 horas será, como mínimo de 10 mg/l. De no ser así se procederá a una nueva introducción de cloro.

Una vez efectuada la desinfección, se abrirán las descargas y se hará circular agua potable hasta que se obtenga por dilución un valor de cloro residual de 0,5 a 2 mg/l, o bien neutralizar la solución mediante agentes neutralizantes. Si se utiliza hipoclorito de sodio (NaOCl) como desinfectante se puede utilizar como agentes neutralizantes como Dióxido de Azufre (SO2), Tiosulfato de Sodio (Na2S2O3) Finalmente se hará circular agua potable por la tubería.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

- La medida y forma de pago será el metro lineal (ML) de tubería instalado y recibido a satisfacción de la Interventoría. El valor será el precio unitario establecido dentro del contrato. Cualquier imperfección en la construcción de este ítem deberá ser reparada por el contratista a sus expensas.

3.5. CONSTRUCCIÓN CÁMARA DE INSPECCIÓN, CON PROFUNDIDAD DE CÁMARA ENTRE 1.51- 2.00 m Ø=1.20 M (INCLUYE ACERO DE REFUERZO, CAÑUELA, CUBIERTA Y TAPA)

DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere al suministro e instalación de cámaras de inspección con un diámetro externo de hasta 1.20 m, con una altura promedio de 1.51m hasta 2.0m e incluyendo a su vez, la instalación de tapas metálicas.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Revisar planos estructurales e hidráulicos.
- Realizar el replanteo y localización.
- Realizar excavaciones e instalaciones de acero de refuerzo de acuerdo a lo establecido en los detalles de diseño.
- Vaciar concreto impermeabilizado, curar y desencofrar. Garantizando una resistencia mínima de 3000psi.
- Instalar aros y contra aros con ayuda de la herramienta menor.
- *Las tapas finalmente deben presentar un acabado aprobado por la* interventoría.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se pagará por unidad (UN) de pozos de inspección, debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. Solamente se pagará el valor estipulado en el listado de precios y cantidades, áreas adicionales serán por cuenta del contratista.

3.6. CONSTRUCCIÓN CÁMARA DE INSPECCIÓN, CON PROFUNDIDAD DE CÁMARA MAYOR A 1.50 M Ø=1.50 M (INCLUYE ACERO DE REFUERZO, CAÑUELA, CUBIERTA Y TAPA)

DESCRIPCIÓN

Este ítem se refiere al suministro e instalación de cámaras de inspección con un diámetro externo de hasta 1.50 m, con una altura mayor de 1.50 m e incluyendo a su vez, la instalación de tapas metálicas.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Revisar planos estructurales e hidráulicos.
- Realizar el replanteo y localización.
- Realizar excavaciones e instalaciones de acero de refuerzo de acuerdo a lo establecido en los detalles de diseño.

- Vaciar concreto impermeabilizado, curar y desencofrar. Garantizando una resistencia mínima de 3000psi.
- Instalar aros y contra aros con ayuda de la herramienta menor.
- Las tapas finalmente deben presentar un acabado aprobado por la interventoría.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se pagará por unidad (UN) de pozos de inspección, debidamente ejecutados y recibidos a satisfacción por la Interventoría. Solamente se pagará el valor estipulado en el listado de precios y cantidades, áreas adicionales serán por cuenta del contratista.

3.7. CONSTRUCCIÓN DE SUMIDERO A = 0.70 M (INCLUYE ACERO DE REFUERZO, CAÑUELA Y REJILLA)

DESCRIPCIÓN

La presente partida comprende la construcción de sumideros de sección transversal tipo cajón, con un ancho interior de 0.70 m, ejecutados en concreto armado, destinados a la recolección y conducción de aguas pluviales hacia el sistema de drenaje.

El precio unitario comprende todos los materiales, equipos, herramientas, mano de obra y operaciones necesarias para la correcta ejecución del sumidero, incluyendo el acero de refuerzo, la cañuela y la rejilla metálica de coronación, así como el *curado y el acabado final.*

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

- Se ejecutará conforme a los ejes y cotas de proyecto.
- La excavación incluirá el retiro del material suelto y su correcta disposición.
- El fondo se nivelará y compactará hasta alcanzar la capacidad portante requerida.

- Se colocará una capa de concreto simple f'c = 140 kg/cm² de espesor mínimo 10 cm, perfectamente nivelada.
- El acero se dispondrá según planos estructurales, con el recubrimiento exigido.
- Se realizará por capas continúas evitando juntas frías.
- Se vibrará adecuadamente para eliminar vacíos.
- Se protegerá contra golpes, vibraciones y pérdida prematura de humedad.
- Mínimo durante 7 días continuos mediante agua, membrana de curado o método aprobado.
- Se asentará la rejilla metálica nivelada y alineada con la rasante del pavimento o vereda.
- Se sellarán las juntas y se limpiará el interior del sumidero antes de su entrega.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

Se pagará por metro lineal (ML) de sumidero construido, completamente terminado y aceptado conforme a los planos, especificaciones y dirección técnica.

3.8. CONCRETO IMPERMEABILIZADO DE 4000 PSI PARA BOX CULVERT

DESCRIPCIÓN

La presente partida comprende el suministro, elaboración, transporte, colocación, vibrado, curado y acabado del concreto impermeabilizado de resistencia característica f'c = 4000 psi (≈ 280 kg/cm²) para la construcción de elementos estructurales del box culvert (muros, losas de fondo, losas de techo, cabezales y aletas), conforme a los planos estructurales y las especificaciones del proyecto.

El concreto deberá ser impermeabilizado mediante aditivos hidrófugos aprobados por la supervisión, que reduzcan la absorción capilar y aseguren la durabilidad del elemento frente a la acción del agua y agentes agresivos.

PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

A priori, se debe realizar el diseño de mezcla, este deberá ser elaborado por un laboratorio acreditado, cumpliendo con la NTC174 y demás agregados, aprobado por la supervisión antes del vaciado.

- Resistencia especificada: f'c = 4000 psi (≈ 28 MPa) a los 28 días.
- Asentamiento (slump): 3" – 5" (75–125 mm).
- Relación agua/cemento: ≤ 0.45.
- Contenido de aire: ≤ 3%.
- Módulo de elasticidad: ≥ 24,000 MPa.

Se realizarán ensayos de asentamiento, temperatura, revenimiento y cilindros de control en obra.

Antes del vaciado, se verificará el correcto armado del acero de refuerzo, la colocación del encofrado, los pases de tubería, juntas de dilatación y cualquier inserto. Las superficies estarán limpias y libres de polvo, aceites o materiales sueltos.

El concreto podrá ser premezclado en planta o elaborado en obra con mezcladora mecánica, garantizando homogeneidad y control de calidad.
El tiempo máximo entre mezclado y colocación no debe exceder 90 minutos, o según lo recomendado por el fabricante del aditivo.

El vaciado se realizará por capas, evitando segregación o juntas frías.
El concreto será compactado mediante vibradores internos de alta frecuencia para eliminar vacíos y garantizar una masa densa y homogénea.

El curado iniciará inmediatamente después del fraguado inicial, durante mínimo 7 días continuos, empleando agua, membrana de curado o manta húmeda, según las condiciones ambientales.

Se evitarán evaporaciones rápidas que afecten la impermeabilidad y resistencia.

Las juntas se ejecutarán conforme a planos, aplicando sellos impermeables cuando corresponda.
Las superficies vistas se alisarán con llana metálica o alisado fino según especificaciones.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

El pago se realizará por metro cubico (M3) colocado, curado y aceptado por la Interventoría, previa verificación de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de arquitectura. La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los Planos Arquitectónicos.

3.9. CONCRETO CICLOPEO 60/40 PARA PLACA DE PISO

DESCRIPCIÓN

Concreto ciclópeo que se aplica en las cimentaciones, con una proporción máxima de agregado sesenta por ciento (60%) de concreto simple y cuarenta por ciento (40%) de rocas desplazadas de tamaño máximo, de 10"; éstas deben ser introducidas previa selección en el fondo de las excavaciones con el fin de proteger el piso de éstas.

Las piedras deberán estar exentas de superficies redondeadas o meteorizadas. Todas las piedras meteorizadas serán rechazadas. Las piedras deberán mantenerse libres de polvo, aceite o de cualquier otra impureza que pueda afectar su adherencia con el concreto.

ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR Y PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN:

- Localizar el cimiento, su ancho y su profundidad.
- Verificar que el fondo de la excavación este nivelado, libre de basuras y de restos de tierra suelta
- Limpiar y mojar con agua limpia las piedras antes de ser colocadas para evitar que estas absorban el concreto
- Colocar una capa 5 a 10 cm de espesor de concreto simple o solado para evitar que la piedra quede asentada directamente sobre el suelo
- Colocar una primera capa de piedra rajón cuidadosamente de preferencia a
- mano, sin dejarlas caer o tirarla, para no causar daño a la formaleta y teniendo la precaución de dejarla separada de las paredes de la excavación y entre ellas, dando lugar a la penetración del hormigón en todos los espacios.

MATERIALES

Concreto ciclópeo de 14 Mpa

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO

El pago se realizará por metro cubico (M3) colocado, curado y aceptado por la Interventoría, previa verificación de las tolerancias para aceptación y de los requisitos mínimos de arquitectura. La medida será el resultado de cálculos realizados sobre los Planos Arquitectónicos.

3.10. ACERO DE REFUERZO 60000PSI - 420 MPA INCLUYE FIGURADO, AMARRE E INSTALACIÓN PARA ESTRUCTURAS.

DESCRIPCIÓN

Comprende el suministro, transporte, corte, figuración, amarre y colocación del refuerzo de acero f'y=240MPa para diámetros menores o iguales a ¼" y f'y=420MPa para diámetros mayores a ¼", para elementos en concreto reforzado, estructurales y no estructurales, según las indicaciones que contienen los Planos Estructurales. El refuerzo y su colocación deben cumplir con la norma NSR 10 sección F.2.1.5.6, Metal de aporte y fundente para soldadura. Se debe cumplir con las especificaciones de los Planos Estructurales en cuanto a posición, separaciones, diámetros, longitud, traslapos, calibres y resistencias especificadas.

DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO
(Diámetros basados en milímetros)

Designación de la barra (véase la nota)	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
	Diámetro mm	Área mm²	Perímetro mm	
6M	6.0	28.3	18.85	0.222
8M	8.0	50.3	25.14	0.394
10M	10.0	78.5	31.42	0.616
12M	12.0	113.1	37.70	0.887
16M	16.0	201.1	50.27	1.577
18M	18.0	254.5	56.55	1.996
20M	20.0	314.2	62.83	2.465
22M	22.0	380.1	69.12	2.982
25M	25.0	490.9	78.54	3.851
30M	30.0	706.9	94.25	5.544
32M	32.0	804.2	100.53	6.309
36M	36.0	1017.9	113.10	7.985
45M	45.0	1590.4	141.37	12.477
55M	55.0	2375.8	172.79	18.638

Nota: La M indica que son diámetros nominales en mm.

El acero de refuerzo no se podrá figurar en caliente, ni podrá soldarse con soldadura que le produzca altas temperaturas, pues pierde su resistencia.

Se amarrará firmemente entre sí, con alambre negro (dulce) calibre 18. El refuerzo, en el momento del vaciado del concreto, deberá estar limpio de lodo, arcilla, pintura, aceite, óxido y escamas de la fabricación, garantizando de esta manera la buena adherencia al concreto.

No se permitirá la aplicación de desmoldante en cantidad exagerada en la formaleta de manera que gotee. Nunca se permitirá aplicación de desmoldante después de colocado el refuerzo.

ACTIVIDADES PREVIAS A CONSIDERAR Y PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

Planos y despiece

Antes de cortar el material según las formas indicadas en los planos, el Constructor deberá verificar las listas de despiece y los diagramas de doblado. Si los planos no los muestran, las listas y diagramas deberán ser preparados por el Constructor para la aprobación del Interventor, pero tal aprobación no exime a aquel de su responsabilidad por la exactitud de los mismos. En este caso, el Constructor deberá contemplar el costo de la elaboración de las listas y diagramas mencionados, en los precios de su oferta.

Si el Constructor desea replantear una junta de construcción en cualquier parte de una estructura para la cual el Interventor le haya suministrado planos de refuerzo y listas de despiece, y dicho replanteo es aprobado por el Interventor, el Constructor deberá revisar, a sus expensas, los planos y listas de despiece que correspondan a la junta propuesta, y someter las modificaciones respectivas para aprobación del Interventor, al menos treinta (30) días antes de la fecha prevista para el corte y doblamiento del refuerzo para dicha parte de la obra. Si por cualquier razón el Constructor no cumple con este replanteo, la junta y el refuerzo correspondiente deberán ser dejados sin modificación alguna, según se muestre en los planos suministrados por el Interventor.

Suministro y almacenamiento

Todo envío de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde vaya a ser doblado, deberá estar identificado con etiquetas en las cuales se indiquen la fábrica, el grado del acero y el lote o colada correspondiente.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser

protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Doblamiento

Las barras de refuerzo deberán ser dobladas en frío, de acuerdo con las listas de despiece aprobadas por el Interventor. Los diámetros mínimos de doblamiento, medidos en el interior de la barra, con excepción de flejes y estribos, no deben ser menores de los indicados en la siguiente tabla.

Diámetro mínimo de doblamiento

NÚMERO DE BARRA	DIÁMETRO MÍNIMO
2 a 8 6M a 25M	6 diámetros de la barra
9 a 11 32 M	8 diámetros de la barra
14 y 18 45M y 55M	10 diámetros de la barra

El diámetro mínimo de doblamiento para estribos de barras No. 5 y 16M o menores no debe ser menos de cuatro (4) veces el diámetro. Para barras mayores a la No. 5 y 16M se doblarán con los diámetros mínimos establecidos en la anterior tabla.

El doblamiento de las barras se realizará en frío y a una velocidad moderada. Deberá evitarse el doblado de barras a temperaturas inferiores de cinco grados centígrados (5° C).

Colocación y amarre

Todo acero de refuerzo al ser colocado en la obra y antes de la fundición del concreto, deberá estar libre de polvo, escamas de óxido, rebabas, pintura, aceite, grasa o cualquier otro tipo de suciedad que pueda afectar la adherencia del acero en el concreto. Todo mortero seco deberá ser quitado del acero.

Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto.

La posición del refuerzo dentro de las formaletas deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, silletas de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Las silletas de metal que entren en contacto con la superficie exterior del concreto, deberán ser galvanizadas. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera.

Las barras se deberán amarrar con alambre en todas las intersecciones, excepto en el caso de espaciamientos menores de 300 mm, para lo cual se amarrarán alternadamente. El alambre usado para el amarre deberá ser del tipo negro calibre número diez y ocho (No. 18).

No se permitirá la soldadura en las intersecciones de las barras de refuerzo.

Si el refuerzo de malla se suministra en rollos para ser usados en superficies planas, la malla deberá ser enderezada en láminas planas, antes de su colocación.

En estructuras cuyo objeto y alcance estén contemplados por las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, las barras de refuerzo deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocada en una fila, no sea menor que el diámetro de la barra, no menor de veinticinco milímetros (25 mm), ni menor de uno con treinta y tres (1.33) veces el tamaño máximo del agregado grueso.

Cuando se coloquen dos o más filas de barras, las de las filas superiores deberán colocarse directamente encima de las de la fila inferior y la separación libre entre filas no deberá ser menor de veinticinco milímetros (25 mm).

En estructuras cobijadas por el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes1995, las barras de refuerzo deberán quedar colocadas de tal manera, que la distancia libre entre barras paralelas colocadas en una fila o capa, no sea menor que uno con cinco (1.5) veces el diámetro de la barra, no menor de treinta y ocho milímetros (38 mm), ni menor de uno con cinco (1.5) veces el tamaño máximo del agregado grueso. Cuando se coloquen dos o más filas (o capas) de barras, las barras superiores deberán colocarse directamente encima de las inferiores y la separación libre entre filas no deberá ser menor de treinta y cinco milímetros (35 mm), no menor que el diámetro de la barra, ni menor de uno con treinta y tres (1.33) veces el tamaño del agregado grueso.

Estos requisitos se deberán cumplir también en la separación libre entre un empalme por traslapo y otros empalmes u otras barras.

Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 y el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes-1995.

El Interventor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Constructor inicie la colocación del concreto.

Traslapos y uniones

Los traslapos de las barras de refuerzo deberán cumplir los requisitos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98 y el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes-1995 y se efectuarán en los sitios mostrados en los planos o donde lo indique el Interventor, debiendo ser localizados de acuerdo con las juntas del concreto.

El Constructor podrá introducir traslapos y uniones adicionales, en sitios diferentes a los mostrados en los planos, siempre y cuando dichas modificaciones sean aprobadas por el Interventor, que los traslapos y uniones en barras adyacentes queden alternados según lo exija éste, y que el costo del refuerzo adicional requerido sea asumido por el Constructor.

En los traslapos, las barras deberán quedar colocadas en contacto entre sí, amarrándose con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás varillas y a las superficies del concreto.

MATERIALES

Barras de refuerzo

Deberán cumplir con las que sean pertinentes de las siguientes normas, según se establezcan en los planos del proyecto: NTC 161, 248 y 2289; AASHTO M-31 y ASTM A-706.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

Se pagará por KG de acero de refuerzo debidamente colocado medido en obra. La medida se efectuará en obra. El precio incluye los costos de material, mano de obra de corte, figuración, amarre y colocación, y los equipos y herramientas requeridos para la ejecución de la actividad.

MATRICULA PROFESIONAL
091037-0571790 CND
R2021074739

COPNIA

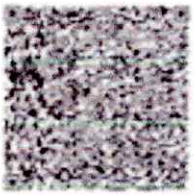


INGENIERO CIVIL

LESLIDAYANNA
BLANCO OLIVEROS

ID: 102[illegible]45376

UNIVERSIDAD LA
GRAN COLOMBIA







VALIDO PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDROLOGICO E HIDRAULICO DE LA CONSTRUCCION DE LA GLORIETA AVENIDA VICTOR ROQUE MEZ QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA DEPARTAMENTO DE CESAR

Alcaldía de Aguachica

Aguachica, 10 de noviembre de 2025

Señores,
ALCALDIA MUNICIPAL DE AGUACHICA
Calle 4 #10-33, Aguachica, Cesar

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD DE ESTUDIOS Y DISEÑOS HIDROLOGICO E HIDRAULICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA, DEPARTAMENTO DEL CESAR.

Yo, **LESLIDAYANNA BLANCO OLIVEROS,** identificado con la cedula de ciudadanía No . **1.022.445.376** expedida en Bogotá D.C, facultado para ejercer la profesión de ingeniero civil con **M.P. No. 091037-0571790 CND** avalada por el Consejo Profesional Nacional De Ingeniería En Colombia, certifico mediante este documento haber realizado labores en la ejecución de los estudios y diseños hidrológico e hidráulico los cuales solo pueden ser utilizados para el proyecto **"CONSTRUCCIÓN DE LA GLORIETA Y AVENIDA VICTOR ROQUEME QUIÑONEZ EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA, DEPARTAMENTO DEL CESAR"** donde, como responsable de la elaboración de conforme a las normas y lineamientos que rigen la materia azumo y garantizo profesionalmente lo que derive de la utilización de tales documentos, según lo ahí plasmado.

Como constancia se firma el presente acto, en Aguachica, Cesar, a los 10 días del mes de noviembre de 2025.

LESLIDAYANNA BLANCO OLIVEROS
Ingeniera Civil
C.C 1.022.445.376
M.P. 091037-0571790 CND

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-4128584

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LESLIDAYANNA BLANCO OLIVEROS, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1022445376, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 091037-0571790 CND desde el 02 de Junio de 2021, otorgado(a) mediante Resolución Nacional R2021074739.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los quince (15) días del mes de Diciembre del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

_____
Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado
El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.
Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.