DISEÑO HIDRÁULICO A NIVEL DE INGENIERÍA BÁSICA (FORMULACIÓN) PARA LAS REDES LOCALES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

"PLAN PARCIAL CENTENARIO", BOGOTÁ D.C.

INFORME HIDRÁULICO

VERSIÓN 0.2

BOGOTÁ D.C. / NOVIEMBRE 2021

CONTROL DE REVISIONES

Versión No.	Fecha	Elaboró	Revisó
0	12/06/2019	ING. YAIR ANTONIO CALLE	ING. CARLOS JAVIER PARRADO
0.1	01/10/2019	ING. YAIR ANTONIO CALLE	ING. CARLOS JAVIER PARRADO
0.2	25/11/2021	ING. YAIR ANTONIO CALLE	ING. CARLOS JAVIER PARRADO

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 4
2. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 5
3. REDES DE ACUEDUCTO 7
3.1. Consideraciones 7
3.2. Sector hidráulico 8
3.3. Parámetros de diseño 8
3.3.1. Uso de agua 8
3.3.2. Dotación neta 8
3.3.3. Demandas 9
3.3.4. Caudal de diseño 9
3.3.5. Pérdidas en la red de distribución 9
3.3.6. Presiones en la red de distribución 10
3.3.7. Trazado de las redes matrices y secundarias 10
3.4. Análisis hidráulico 10
3.4.1. Caudales de dimensionamiento 10
3.4.2. Localización de los puntos de demanda 10
3.4.3. Cálculo de la pérdida por fricción por tubería 10
3.4.4. Pérdidas de carga en accesorios 10
3.4.5. Límites de velocidad 10
3.5. Propuesta de conexión 11
4. REDES DE ALCANTARILLADO COMBINADO 12
4.1. Consideraciones 12
4.2. Sector hidráulico 13
4.3. Parámetros de diseño 13
4.3.1. Caudal de diseño de aguas lluvias 13
4.3.2. Caudal de diseño de aguas residuales 15
4.4. Análisis hidráulico 16
4.4.1. Régimen de flujo 17
4.4.2. Coeficiente de rugosidad 17
4.5. Diseño de sumideros 17
4.5.1. Determinación del ancho de inundación 17
4.5.2. Diseño de sumideros en pendiente 18
4.6. Propuesta de conexión 18
5. BIBLIOGRAFÍA 20
6. ANEXOS 21

TABLA DE IMÁGENES

Imagen 1. Localización general del proyecto. 5
Imagen 2. Sector hidráulico-redes de acueducto. 8
Imagen 3. Sector hidráulico-redes de alcantarillado combinado. 13

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe presenta el análisis y diseño a nivel de factibilidad de las redes de acueducto, alcantarillado pluvial y sanitario para el desarrollo del proyecto PPRU CENTENARIO, apoyado en los requerimientos realizados a través de la factibilidad de servicios S-2019-199532de fecha 10/072019, emitida por la EAAB-ESP.

Para la elaboración de la propuesta de conexión a los servicios de acueducto y alcantarillado se tuvieron en cuenta los conceptos del documento de factibilidad de servicios S-2019-199532, las planchas 227-IV-D-16 para acueducto, y las planchas H69 y H79 para alcantarillado; y el SIGUE de la EAAB-ESP.

2. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto PPRU CENTENARIO es un proyecto de vivienda ubicado en la ciudad de Bogotá D.C., entre la Av. Calle 13 y la Av. Calle 17 entre Av. Transversal 42 y la Carrera 42 Bis, Localidad de Puente Aranda.

En la Imagen 1 se muestra la ubicación geográfica del proyecto en la ciudad de Bogotá D.C.

Imagen 1. Localización general del proyecto.
Fuente: Google Earth.

El lote tiene una extensión total de 32,394.03 m^2. El lote se encuentra afectado por la cesión sobre la Transversal 42.

El proyecto PPRU CENTENARIO se desarrolla como una unidad residencial cerrada, con tres accesos sobre la Carrera 42 Bis, el cual inicia los interiores del proyecto compuesto por parqueaderos a nivel y acceso a las diferentes unidades y zonas comunes.

La distribución general del proyecto se da con edificios de 11 pisos que estarán aislados uno del otro, garantizando iluminación y visual por cada uno de sus costados.

Todas las zonas verdes estarán diseñadas paisajísticamente de forma que se integre al paisaje construido, por medio de zonas verdes.

En total se tendrán 3,503 unidades de vivienda y 3,500 m^2 destinados para comercio y servicios.

La zona común se da en un globo de terreno independiente de las unidades de vivienda y contará con zonas de reuniones, ejercicio y recreación pasiva.

Los exteriores del proyecto se desarrollarán para que sean de uso común, valorando el componente natural y preservándolo. Para esto existen senderos que recorren la totalidad del lote construible y la reserva privada.

A la fecha el proyecto cuenta con el documento de Factibilidad de Servicios S-2019-199532 del 10/07/2019 expedida por la EAAB-ESP, el cual cuenta con una vigencia de 5 años.

Para efectos de determinación de caudales, áreas de drenaje, alineamientos y trazado a nivel de ingeniería de factibilidad de las redes de acueducto y alcantarillado del proyecto se tomaron como base los planos digitales de diseño urbanístico, población proyectada, plano de proyecto de diseño geométrico vial y el correspondiente levantamiento topográfico, basados en las definiciones y recomendaciones analizadas de los estudios existentes y proyectados en todas las áreas cercanas al proyecto elaborados por la EAAB-ESP.

3. REDES DE ACUEDUCTO

3.1. Consideraciones

Sectorización hidráulica:

CÓDIGO SECTORIZACIÓN:	Z3-11-03-01-02000
COD_DISTRITO:	1020000
COD_ZONA:	3
COD_SECTOR:	200
NÚMERO SUBSECTOR:	0
NÚMERO DISTRITO:	00
UBICACIÓN TÉCNICA:	Z3-11-00-00-00000

Redes existentes:

En la actualidad existe la red matriz de acueducto LÍNEA EXPRESA SILENCIO-CASABLANCA 48” en ACERO RECUBIERTO BITUM por la Av. Carrera 39 entre la Calle 18 y la Av. Calle 13; LÍNEA AV. QUITO – SANTA LUCÍA 36” en CCP por la Av. Carrera 39 entre la Calle 13 y la Calle 17; redes secundarias de 4” y 6” en PVC, 8” en hierro fundido y 12” en Asbesto Cemento entre la Av. Calle 13 y la Av. Calle 17 entre la Carrera 42B y la Carrera 39, de acuerdo a lo consultado en el SISTEC de la EAAB-ESP.

La DIRECCIÓN RED MATRIZ EAAB-ESP a través de los memorandos internos 2541001-2019-2048 del 19/06/2019 y 2541001-2019-2258 del 09/07/2019, informa que la infraestructura matriz existente en el sector puede suministrar el caudal requerido donde se desarrollará el PPRU CENTENARIO.

3.2. Sector hidráulico

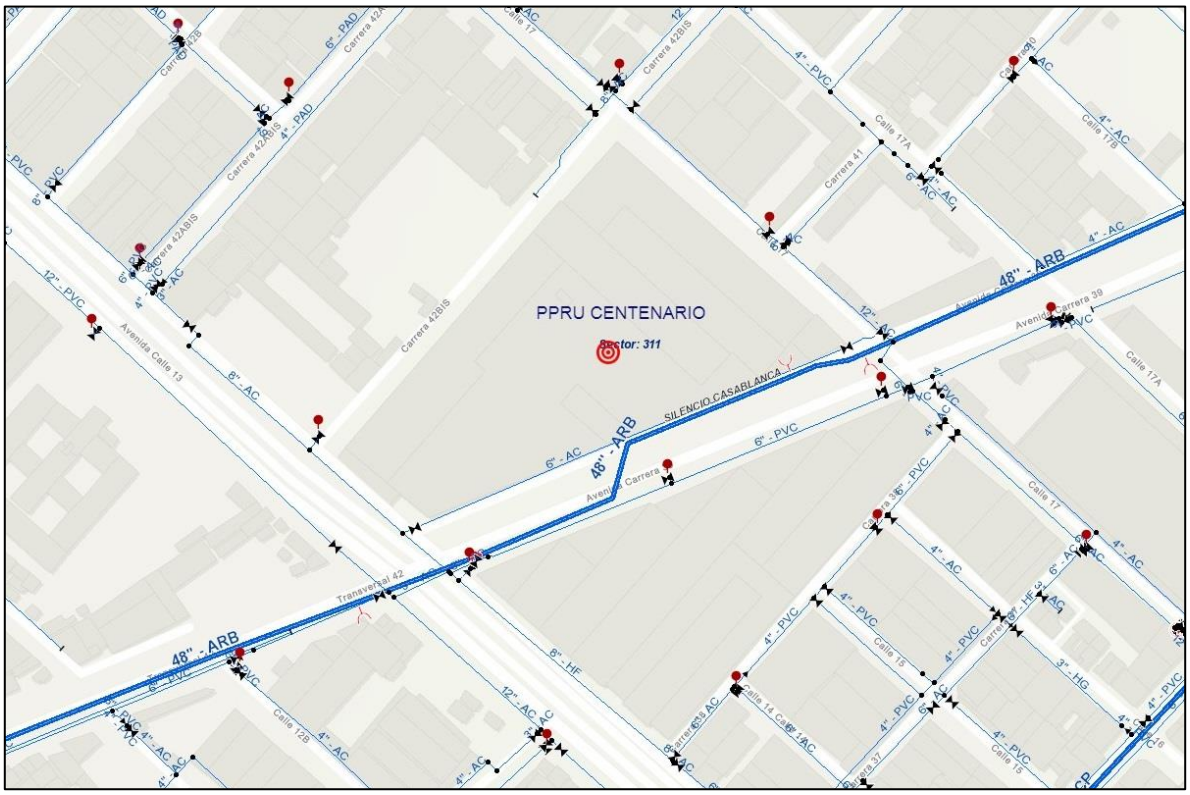

Imagen 2. Sector hidráulico-redes de acueducto.
Fuente: EAAB-ESP.

3.3. Parámetros de diseño

3.3.1. Uso de agua

Para el proyecto PPRU CENTENARIO el uso del agua es para viviendas (residencial).

3.3.2. Dotación neta

Con el fin de atender la demanda mínima requerida de agua para satisfacer las necesidades básicas de un habitante para el proyecto PPRU CENTENARIO, se tomó la siguiente dotación neta:

Uso residencial: 110 l/hab-día.

3.3.3. Demandas

Para el cálculo del "Caudal medio diario" Qmd se emplea la siguiente ecuación:

$$Qmd = (P * D_{bruta}) / 86400$$

Para el cálculo del "Caudal máximo diario" QMD se emplea la siguiente ecuación:

$$QMD = Qmd * K1$$
$$K1 = 1.3$$

Para el cálculo del "Caudal máximo horario" QMH se emplea la siguiente ecuación:

$$QMH = QMD * K2$$
$$K2 = 1.5$$

Para el cálculo de las acometidas se tomó en cuenta la dotación antes mencionada, un tiempo de llenado promedio de 12 horas y reserva de un (1) día.

3.3.4. Caudal de diseño

Para el proyecto PPRU CENTENARIO, el caudal de diseño será el caudal máximo horario QMH.

$$Q_{diseño} = Q_{MH}$$

Dado lo anterior, de esta forma las demandas proyectadas de agua potable para el proyecto PPRU CENTENARIO son las siguientes:

Sector	Demandas		
	Q_{md} (Lps)	Q_{MD} (Lps)	Q_{MH} (Lps)
PPRU CENTENARIO	18.36	23.87	35.80

3.3.5. Pérdidas en la red de distribución

Teniendo en cuenta la concepción del proyecto PPRU CENTENARIO se recomienda tener una distribución de la red que permita el control de pérdidas de agua de esta, por lo cual, se considera en el presente diseño la implementación de macromedidores en las acometidas que permitirá un control en tiempo real del consumo de agua potable en este sector de la red.

3.3.6. Presiones en la red de distribución

En la(s) conexión (es) con la(s) red(es) existente(s) la presión que se garantizará será la recomendada por la EAAB-ESP, para este caso de 15 m.c.a.

3.3.7. Trazado de las redes matrices y secundarias

Todas las redes a excepción de los cruces por las vías existentes y proyectadas se proyectan por andenes y zonas verdes del proyecto urbanístico.

3.4. Análisis hidráulico

3.4.1. Caudales de dimensionamiento

Se analizó el caudal requerido teniendo en cuenta el uso que tendrá el proyecto.

3.4.2. Localización de los puntos de demanda

De acuerdo con el trazado de las tuberías de las redes proyectadas y a renovar, se localizaron las acometidas e hidrantes, teniendo en cuenta la distribución urbanística.

3.4.3. Cálculo de la pérdida por fricción por tubería

Se emplea la ecuación de Darcy – Weisbach en la determinación de las perdidas por fricción en tuberías a presión.
En este caso, se proyectan las redes en PVC/PEAD, por lo cual se empleó un coeficiente de rugosidad absoluta Ks=0.06 mm.

3.4.4. Pérdidas de carga en accesorios

Para el cálculo de las pérdidas de carga en curvas, tees, válvulas y/u otros accesorios, se emplean los coeficientes de perdidas menores para accesorios recomendados.

3.4.5. Límites de velocidad

El RAS-2010 establece que la velocidad mínima deberá ser 0.50 m/s, y la velocidad máxima para tuberías en material PVC/PEAD de 6.00 m/s, ambas condiciones bajo el caudal máximo horario.

3.5. Propuesta de conexión

Para el correcto funcionamiento hidráulico de las redes de acueducto del sector donde se desarrollará el PPRU CENTENARIO, se consideran las siguientes obras para garantizar la adecuada conexión del proyecto:

- Construir la renovación de la red de 12” en PVC/PEAD localizada por el costado occidental de la Transversal 42 empatando con a la red de 12” del costado sur de la Calle 17 hasta empatar a la red a renovar de 8” del costado norte de la Av. Calle 13 instalando válvulas en ambos sentidos, (de esta manera se cubre el frente del predio).
- Construir la renovación de la red de 8” en PVC/PEAD localizada sobre el costado norte de la Av. Calle 13 entre la Transversal 42 y la Carrera 42 Bis, de esta manera se cubre el frente del predio.
- Construir la renovación de la red de 12” en PVC/PEAD localizada sobre el costado norte de la Av. Calle 17 entre la Transversal 42 y la Carrera 42 Bis, de esta manera se cubre el frente del predio.
- Construir tres (3) conexiones de acometidas en 3” en PVC/PEAD, las cuales se ubicarán por la Carrera 42 Bis, donde se ubicarán los accesos y nomenclaturas del plan parcial.
- Ejecutar la ampliación y redimensionamiento de la estación reductora de presión ERP existente en la Calle 17 con la Carrera 36, la cual se deberá ampliarse a 6”x6”x4”. Es de anotar que durante la ejecución de los diseños definitivos y de detalle se definirán las dimensiones de ampliación y funcionamiento de esta estructura hidráulica.
- Con base al desarrollo de los planes parciales sobre la Av. Calle 13, se evaluará en la etapa de diseños definitivos en conjunto con los demás planes parciales la necesidad de ampliar el diámetro de las redes locales en el polígono del plan parcial y/o modificar las condiciones de funcionamiento del sistema de regulación del sector.
- De acuerdo al planteamiento urbanístico se verificó la longitud de ancho mínimo con respecto a la LÍNEA SILENCIO-CASABLANCA 48”, para lo cual se tomaron los lineamientos de la norma NS-139 “*Requisitos para la determinación del ancho mínimo del derecho de vía en redes de acueducto y alcantarillado*”; así mismo, se recomienda que al momento de la ejecución de las obras de acueducto se realice la instrumentación antes, durante y después de las obras, previo a la supervisión que deberá realizar la DIRECCIÓN RED MATRIZ y la ZONA 3 de la EAAB-ESP.
- Adicionalmente, se proyecta realizar el retiro de la red de 12” en AC ubicada sobre el costado occidental de la Carrera 42 Bis cercana a la esquina con la Av. Calle 17, tal como se indica en los planos de formulación.
- Se proyectan instalar hidrantes de 6” sobre todas las redes que serán objeto de renovación y traslado, tal como se indica en los planos de formulación.

4. REDES DE ALCANTARILLADO COMBINADO

4.1. Consideraciones

Redes existentes:

El sector donde se ubica el proyecto cuenta con infraestructura de alcantarillado combinado la cual pertenece a la subcuenca Comuneros-Ejido (Cuenca Fucha), desde esta se evacua las aguas provenientes de la subcuenca San Agustín por medio de estructuras de alivio vierte los excesos de aguas pluviales hacia el Canal Comuneros, Canal Comuneros 2 y el Canal San Francisco.
Por la Calle 17 entre la Transversal 42 y Carrera 42 Bis se ubica el Colector El Ejido de 1.45m en ladrillo y concreto.
Por la Av. Calle 13 entre la Transversal 42 y Carrera 42 Bis se ubica colector de 1.10m en ladrillo y concreto.
Por la Av. Calle 13 y Av. Calle 17 entre la Transversal 42 y la Carrera 42 se ubican redes de 24” en ladrillo, 12”, 14”, 16”, 18” y 20” en concreto y ladrillo.

La DIRECCIÓN RED TRONCAL EAAB-ESP a través del memorando interno 2551001-2019-01617 del 25/06/2019, informa que la infraestructura troncal existente en el sector tiene la capacidad para recibir los aportes de caudales sanitarios y pluviales (combinados) del PPRU CENTENARIO.

4.2. Sector hidráulico

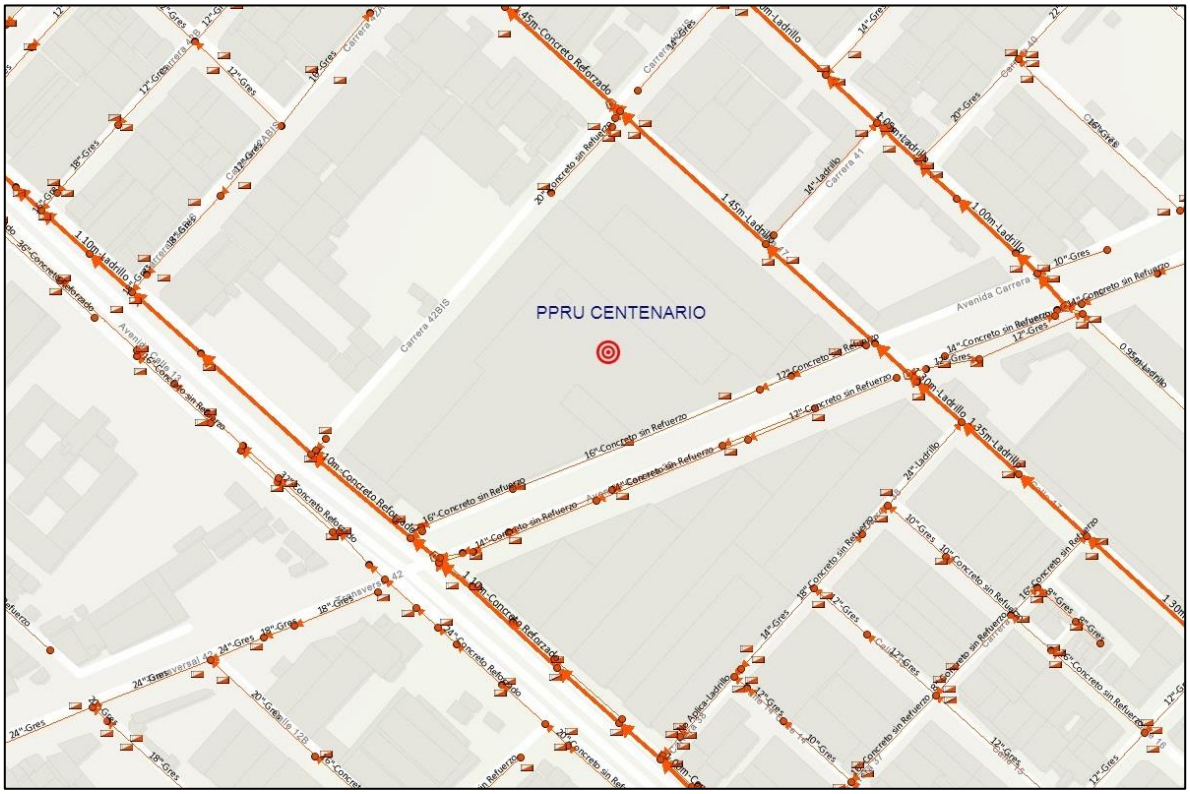

Imagen 3. Sector hidráulico-redes de alcantarillado combinado.
Fuente: EAAB-ESP.

4.3. Parámetros de diseño

Teniendo en cuenta la norma NS-085 de la EAAB-ESP se indica que en los sectores donde existan sistemas de alcantarillado y se esté adelantando una renovación urbana o densificación, los sistemas pertenecientes a esas áreas deberán ser diseñados y construidos como sistemas separados en la extensión que les corresponda, sin importar que en algún punto aguas abajo entreguen a un sistema combinado.

Con base a lo anterior, el PPRU CENTENARIO propone una redensificación en la zona, por lo tanto, es necesario diseñar sobre la Carrera 42 Bis las redes de alcantarillado pluvial y sanitario de forma separada hasta conectarse con los colectores principales ubicados sobre la Av. Calle 13 y la Av. Calle 17.

4.3.1. Caudal de diseño de aguas lluvias

Para la determinación del caudal de diseño de los colectores y canales se empleó el método Racional, cuya aplicabilidad es para proyectos donde el área de drenaje sea inferior a 80 Ha. La ecuación del Método Racional es el siguiente:

$$Q = 0.00278 * F * C * I * A$$

Q: Caudal máximo de descarga de escorrentía superficial (m^3/s).
F: Factor de reducción de la lluvia puntual por área de drenaje (adimensional).
C: Coeficiente de escorrentía (adimensional).
I: Intensidad de lluvia (mm/hora).
A: Área de drenaje (Ha).

4.3.1.1. Coeficiente de escorrentía (C)

El coeficiente de escorrentía está en función del tipo de suelo, de la impermeabilidad de la zona y de la pendiente del terreno. Estas características determinan la fracción de lluvia que se convierte en escorrentía. Para la estimación del valor del coeficiente de escorrentía C, se tuvo en cuenta los valores de la Tabla 1.

En las áreas de drenaje que incluyen zonas con diferentes coeficientes de impermeabilidad, el valor del coeficiente de impermeabilidad representativo para toda el área se deberá calcularse como el promedio ponderado de los coeficientes de impermeabilidad individuales para cada sub-área, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$C = (\sum C * A) / \sum A$$

C: Coeficiente de impermeabilidad o escorrentía (adimensional).
A: Área tributaria de drenaje (Ha).

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0.85
Superficies en asfalto	0.80
Superficies en concreto	0.85
Superficies adoquinadas	0.75
Zonas verdes	0.30

Tabla 1. Valores de C.
Fuente: RAS-2015.

4.3.1.2. Intensidad de lluvia

Para el análisis de la precipitación del proyecto PPRU CENTENARIO se tuvo en cuenta los datos de la ecuación IDF facilitada por la EAAB-ESP, con respecto al nodo más cercano al proyecto cuya ecuación es la siguiente:

$$Intensidad = (C * T^M) / D^E + F)$$

Valores de coeficientes:
C: 3841.1173
E: 1.0929
F: 42.4235

M: 0.1677

Se empleó un periodo de retorno de 5 años de acuerdo con lo indicado para redes locales en la norma NS-085 de la EAAB-ESP.

4.3.1.3. Tiempo de concentración

Es el tiempo requerido después del comienzo de la lluvia, para que la escorrentía superficial de toda el área contribuya en el punto en consideración. Para determinarlo se tuvo en cuenta un tiempo mínimo inicial de 8 minutos, más el tiempo de recorrido en función de la velocidad de la corriente en las zonas montañosas, en la zona urbana el tiempo de recorrido de las hondonadas y zanjas sobre el terreno, cunetas, colectores y canales. El tiempo de concentración mínimo para los pozos es de 15 minutos.

4.3.1.4. Determinación de las áreas de drenaje

Para el diseño de la solución de drenaje del proyecto PPRU CENTENARIO se contemplaron las geometrías y áreas tributarias de las cubiertas y vías internas del plano urbanístico.

4.3.2. Caudal de diseño de aguas residuales

Teniendo en cuenta la densidad proyectada y usos del proyecto PPRU CENTENARIO, se consideró la metodología de la EAAB-ESP, de acuerdo con la NS-085 y mediante la siguiente ecuación:

$$QDT = QMH + QINF + QCE$$

QDT: Caudal de diseño (l/s).
QMH: Caudal máximo horario de saturación (l/s).
QINF: Caudal por infiltraciones (l/s).
QCE: Caudal por conexiones erradas (l/s).

4.3.2.1. Caudal medio diario (Q_{MD})

$$QMD = QD + QI + QC + QIN$$

QMD: Caudal medio diario de aguas residuales (l/s).
QD: Caudal de aguas residuales domésticas (l/s).
QI: Caudal de aguas residuales industriales (l/s).
QC: Caudal de aguas residuales comerciales (l/s).
QIN: Caudal de aguas residuales institucionales (l/s).

4.3.2.2. Caudal de aguas residuales domesticas (Q_{MD})

$$QD = (CR * P * DNETA\text{-}REAL) / 86400$$

QD: Caudal de aguas residuales domésticas (l/s).

CR: Coeficiente de retorno (adimensional).
P: Población proyectada (hab).
DNETA-REAL: Demanda neta real de agua potable proyectada por habitante (l/hab-día).

4.3.2.3. Caudal de aguas residuales por conexiones erradas (Q_{CE})

$$QCE = 0.20\ l/s * Ha$$

4.3.2.4. Caudal por infiltración (Q_{INF})

QINF = 0.20 l/s * Ha ; para zonas de alta infiltración.
QINF = 0.10 l/s * Ha ; para zonas de baja infiltración.

4.3.2.5. Caudal máximo horario (Q_{MH})

$$QMH = F * QMD$$

Donde F corresponde al factor de maximización (adimensional), cuya ecuación es la siguiente:

$$F = 5.43 * QMD^{-0.174}$$

4.4. Análisis hidráulico

Los colectores se diseñaron como conducciones a flujo por gravedad. Para esta finalidad se diseñó bajo el régimen de flujo uniforme.

El presente análisis hidráulico se fundamentó en la fórmula de Manning, cuya expresión es la siguiente:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{½}$$

V : Velocidad del flujo (m/s).
n : Coeficiente de rugosidad de Manning.
R : Radio hidráulico (m).
A : Área de la sección transversal del conducto (m^2).
S : Pendiente del conducto (m/m).

Por continuidad, se tiene:

$$Q = A * V$$

Donde,
Q : Caudal (m^3/s).
A : Área de la sección transversal del conducto (m^2).
V : Velocidad del flujo (m/s).

4.4.1. Régimen de flujo

El régimen de flujo en una tubería puede ser:

Fr= 1.00 (flujo critico)
Fr<1.00 (fuljo subcrítico)
Fr>1.00 (flujo supercrítico)

En donde Fr (Numero de Froude) se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Fr = v / (\sqrt{g} * D)$$

Fr: Número de Froude (adimensional).
v: Velocidad media de fuljo (m/s).
g: Aceleración de la gravedad (m/s^2).
D: Profundidad hidráulica (m).

4.4.2. Coeficiente de rugosidad

De acuerdo con el SISTEC se recomiendan los siguientes valores:

Característica	n
Interior liso	0.010
Interior semirugoso	0.013
Interior rugoso	0.015
Canal revestido de concreto	0.015
Canal revestido en piedra pegada	0.025
Canal revestido rip-rap	0.030

4.5. Diseño de sumideros

Para la determinación del caudal de diseño de cada sumidero se utilizó el Método Racional, cuya ecuación se mencionó anteriormente, teniendo en cuenta los lineamientos de la NS-047.

4.5.1. Determinación del ancho de inundación

El régimen de flujo en una tubería puede ser:

El ancho de inundación “T” permisible de la vía se determina en función del ancho de la vía, del tráfico vehicular y peatonal, de acuerdo con la Tabla 1 de la NS-047:

Ancho de la vía (m)		Ancho de inundación (m)
De	A	“T”
	<6	2.00
>6	<7	3.00
>7	<9	3.50

>9		4.00

Adicionalmente se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- Pendiente trasversal de la vía (SX).
- Pendiente longitudinal de la vía (SL).
- Rugosidad de la vía (n).
- Longitud de la rejilla (L).
- Ancho de la cuneta y la rejilla (W).

4.5.2. Diseño de sumideros en pendiente

Ecuación del ancho de inundación (T):

$$T = (Q * n / (K_u * S_X^{1.67} * S_L^{0.5}))^{0.375}$$

En donde:
T: Ancho de la inundación de la vía (m).
K_u: 0.376 (sistema métrico).
n: Coeficiente de rugosidad de Manning.
Q: Caudal total de escorrentía (m^3/s).
S_X: Pendiente transversal de la vía (m/m).
S_L: Pendiente longitudinal de la vía (m/m).

Ecuación de la profundidad del agua junto al andén (y):

$$y = T * S_X$$

En donde:
y: Profundidad de lámina de agua (m).
T: Ancho de la inundación de la vía (m).
SX: Pendiente transversal de la vía (m/m).

Ecuación del flujo captado por la apertura lateral (LT):

$$L_T = K_u * Q^{0.42} * S_L^{0.30} * (1 / n * S_E)^{0.60}$$

En donde:
L_T: Longitud de la apertura para captar el 100% del flujo en la vía (m).
K_u: 0.817 (sistema métrico).
n: Coeficiente de rugosidad de Manning.
Q: Caudal total de escorrentía (m^3/s).
S_E: Pendiente transversal equivalente de la vía (m/m).
S_L: Pendiente longitudinal de la vía (m/m).

4.6. Propuesta de conexión

Para el correcto drenaje combinado proveniente de las aguas residuales y pluviales que se generarán del PPRU CENTENARIO, se consideran las siguientes obras para garantizar la adecuada conexión del proyecto:

- Construir dos colectores de alcantarillado pluvial sobre la Carrera 42 Bis (uno entregando al colector combinado de la Av. Calle 13 y el otro al colector combinado de la Av. Calle 17), con el fin de recoger los aportes del proyecto y de la escorrentía superficial vial de la zona aferente (sumideros aledaños).; mientras que por la Carrera 39 se proyecta un colector de alcantarillado pluvial sobre el costado norte de esta en sentido oriente-occidente hasta entregar al colector de la Av. Calle 13 (debido a la condición topográfica de la vía), de esta forma se proyectan recoger los drenajes de este tramo de la calzada y de las plazoletas proyectadas por el PPRU CENTENARIO. Para esto se hace necesario proyectar, reubicar y renovar sumideros.
- De acuerdo con el análisis de la infraestructura de alcantarillado combinado existente, se determinó que los colectores existentes sobre la Carrera 42 Bis se deberán renovar para aprovechar este mismo alineamiento para recoger los aportes sanitarios del proyecto y del sector aferente, por lo tanto, es necesario renovar en concreto los tramos indicados en el plano de diseño de formulación e intercalar los pozos para que reciban los aportes pluviales del área de interés y así poder entregar a los colectores troncales de la Av. Calle 13 y la Av. Calle 17. Es de tener cuenta, que estas redes sobre la Carrera 42 Bis funcionarán a gravedad producto de las evaluaciones hidráulicas realizadas teniendo en cuenta las áreas aferentes de drenaje de la subcuenca del Comuneros-Ejido, previo a los SUDS que se deberá implementar al interior de cada edificación que componen el proyecto, esto con el fin de amortiguar y retener los picos máximos de lluvias, para luego realizar su posterior descarga de forma controlada a los colectores localizados mencionados. Esta aplicación de SUDS deberá ser considerada desde la etapa inicial de los diseños internos de desagües de las edificaciones para lo cual podrán ser empleados para aprovechamiento o reutilización de las aguas.
- En los planos de formulación se indican los tramos a renovar y su realineamiento (con el fin de restablecer las redes a espacio público) y coordinación de cruces con redes matrices de acueducto como redes secas. Es de anotar que estas renovaciones deberán definirse en la etapa de diseño definitivos, ya que se deberán repartir las cargas con los planes parciales vecinos.
- Se proyectan cinco (5) conexiones domiciliarias de 12” y 14” en PVC para los drenajes pluviales, mientras que para el drenaje sanitario se proyectan tres (3) conexiones domiciliarias de 8” en Concreto Extra Reforzado (dada la superficialidad de los colectores existentes sobre la Carrera 42 Bis a donde se conectarán).
- Dado que el plan parcial contempla el mejoramiento de la malla vial adyacente a este, se proyecta que los sumideros que presentan alto deterioro se renueven a tipo “Compuesto en Vía” con el fin de garantizar el adecuado drenaje vial de la Carrera 42 Bis.
- Al interior de las unidades de gestión (UG) se deberán proyectar sistemas de amortiguación y retención de aguas lluvias para reducir los picos máximos de caudales de salidas con el objetivo de mitigar el impacto generado por la impermeabilización de las áreas del proyecto. Es decir, los diseños se deberán desarrollar bajo el criterio de SUDS al interior del proyecto. Para este caso se recomiendan tanques de tormenta, cubiertas o techos verdes y adoquines drenantes.
- En la etapa de diseños definitivos se deberán realizar inspección con CCTV para evaluar el estado estructural de los colectores existentes sobre la Carrera 42 como de la Av. Calle 13 y la Av. Calle 17.
- De acuerdo al planteamiento urbanístico se verificó la longitud de ancho mínimo con respecto a la LÍNEA SILENCIO-CASABLANCA 48”, para lo cual se tomaron los lineamientos de la norma NS-139 “*Requisitos para la determinación del ancho mínimo del derecho de vía en redes de acueducto y alcantarillado*”; así mismo, se recomienda que al momento de la ejecución de las obras de alcantarillado combinado se realice la instrumentación antes, durante y después de las obras, previo a la supervisión que deberá realizar la DIRECCIÓN RED MATRIZ y la ZONA 3 de la EAAB-ESP.

5. BIBLIOGRAFÍA

RÉPUBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS. TITULO A: SISTEMAS DE ACUEDUCTO. 2010.

RÉPUBLICA DE COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO. REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO - RAS. TITULO D: SISTEMAS DE ALCANTARILLADO. 2015.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC-1500. CÓDIGO COLOMBIANO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS. CUARTA EDICIÓN. 2020.

EAAB-ESP. SISTEC. NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

6. ANEXOS

plinco
ingeniería de redes hidráulicas

MEMORIA DE CÁLCULO DE ACOMETIDAS DE ACUEDUCTO

plinco
ingeniería de redes hidráulicas

PROYECTO: PPRU CENTENARIO
(ESQUEMA BÁSICO-FORMULACIÓN)
DISEÑO No. 4106
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021

RESUMEN CÁLCULO DE CAUDALES DE AGUA POTABLE

ID USO	N° VIVIENDA	ÁREA COMERCIO (m^2)	N° HABITANTES VIVIENDA (Hab)	POBLACIÓN TOTAL (Hab)	DOTACIÓN VIVIENDAS (l/hab-día)	DOTACIÓN COMERCIO (l/m^2-día)	Qmd (l/s)	QMD (l/s)	QMH (l/s)
VIVIENDAS VIS UG1	1583		4.0	6332	110		8.06	10.48	15.72
VIVIENDAS VIS UG2 y UG3	1920		4.0	7680	110		9.78	12.71	19.07
COMERCIO Y SERVIOS		7500				6	0.52	0.68	1.02
TOTAL CAUDALES (l/s)	***3503***			***14012***			***18.36***	***23.87***	***35.80***

NOTAS:
*PARA EL CÁLCULO DE LOS CAUDALES SE TOMÓ UNA DOTACIÓN DE 110 L/HAB-DÍA PARA VIVIENDAS ESTRATO 3 (SEGÚN RECOMENDACIÓN DE RED MATRIZ) Y SE 6 L/M^2-DÍA PARA COMERCIO/SERVICIOS (SEGÚN LA TABLA 2,4 DEL TÍTULO B DEL RAS).
*PARA EL CÁLCULO DEL Q_{MD} SE TOMÓ EL FACTOR K_1=1.3
*PARA EL CÁLCULO DEL Q_{MH} SE TOMÓ EL FACTOR K_2=1.5

PROYECTO: PPRU CENTENARIO
(ESQUEMA BÁSICO-FORMULACIÓN)
DISEÑO No. 4106
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021

CONTIENE: CÁLCULO DE ACOMETIDA Y VOLUMEN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

HOJA 1 DE 1

ACOMETIDA GENERAL - UG 1

1. CALCULO VOLUMEN ALMACENAMIENTO

NÚMERO DE VIVIENDAS	=	1583		
NUMERO DE PERSONAS POR VIVIENDAS	=	4		
TOTAL PERSONAS EN VIVIENDAS	=	6332		
CONSUMO PROMEDIO DIARIO	=	110	l/hab-día	
Caudal Medio Diario (Q_{md})	=	696.52	m^3/día	8.06 l/s
Caudal Máximo Diario (Q_{MD})	=	905.48	m^3/día	10.48 l/s
Caudal Máximo Horario (Q_{MH})	=	1358.21	m^3/día	15.72 l/s
RESERVA PARA 1 DIAS	=	696.52	m^3	
VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE	=	697	m^3	
VOLUMEN DE DISEÑO	=	697	m^3	

2. CALCULO ACOMETIDA

TIEMPO DE LLENADO (T)= 12 HORAS	=	43,200	s	
CAUDAL (Q) = VOLUMEN TANQUE / TIEMPO DE LLENADO	=	16.12	l/s	58.04 m^3/hora
LONGITUD ACOMETIDA	=	15.00	m	
PRESION EN LA RED	=	15	m.c.a. (garantizada por la EAAB-ESP)	
PERDIDA UNITARIA (J)	=	0.67	m/m	
C	=	150	PVCP	

UTILIZANDO LA FORMULA DE HAZEN WILLIAMS:

$$\phi = \left(\frac{Q}{280 \times C \times J^{0.54}} \right)^{0.38}$$ = 0.05472 m

Aproximadamente = 4 PULG. DIAMETRO INTERNO **4.072** pulg.

VELOCIDAD (V) = 1.92 m/s

SE SOLICITA ACOMETIDA EN ø **4** **PULG.**

plinco
ingeniería de redes hidráulicas

PROYECTO: PPRU CENTENARIO
(ESQUEMA BÁSICO-FORMULACIÓN)
DISEÑO No. 4106
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021

CONTIENE: CÁLCULO DE ACOMETIDA Y VOLUMEN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

HOJA 1 DE 1

ACOMETIDA GENERAL - UG 2

1. CALCULO VOLUMEN ALMACENAMIENTO

NÚMERO DE VIVIENDAS	=	960		
NUMERO DE PERSONAS POR VIVIENDAS	=	4		
TOTAL PERSONAS EN VIVIENDAS	=	3840		
CONSUMO PROMEDIO DIARIO	=	110	l/hab-día	
Caudal Medio Diario (Q_{md})	=	422.40	m^3/día	4.89 l/s
Caudal Máximo Diario (Q_{MD})	=	549.12	m^3/día	6.36 l/s
Caudal Máximo Horario (Q_{MH})	=	823.68	m^3/día	9.53 l/s
RESERVA PARA 1 DIAS	=	422.40	m^3	
VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE	=	422	m^3	
VOLUMEN DE DISEÑO	=	422	m^3	

2. CALCULO ACOMETIDA

TIEMPO DE LLENADO (T)= 12 HORAS	=	43,200	s	
CAUDAL (Q) = VOLUMEN TANQUE / TIEMPO DE LLENADO	=	9.78	l/s	35.20 m^3/hora
LONGITUD ACOMETIDA	=	15.00	m	
PRESION EN LA RED	=	15	m.c.a. (garantizada por la EAAB-ESP)	
PERDIDA UNITARIA (J)	=	0.67	m/m	
C	=	150	PVCP	

UTILIZANDO LA FORMULA DE HAZEN WILLIAMS:

$$\phi = \left(\frac{Q}{280 \times C \times J^{0.54}} \right)^{0.38}$$

= 0.04525 m

Aproximadamente = 3 PULG. DIAMETRO INTERNO **3.166** pulg.

VELOCIDAD (V) = 1.93 m/s

SE SOLICITA ACOMETIDA EN ø **3** **PULG.**

PROYECTO: PPRU CENTENARIO
(ESQUEMA BÁSICO-FORMULACIÓN)
DISEÑO No. 4106
FECHA: NOVIEMBRE DE 2021

CONTIENE: CÁLCULO DE ACOMETIDA Y VOLUMEN TANQUE DE ALMACENAMIENTO

HOJA 1 DE 1

ACOMETIDA GENERAL - UG 3

1. CALCULO VOLUMEN ALMACENAMIENTO

NÚMERO DE VIVIENDAS	=	960		
NUMERO DE PERSONAS POR VIVIENDAS	=	4		
TOTAL PERSONAS EN VIVIENDAS	=	3840		
CONSUMO PROMEDIO DIARIO	=	110	l/hab-día	
Caudal Medio Diario (Q_{md})	=	422.40	m^3/día	4.89 l/s
Caudal Máximo Diario (Q_{MD})	=	549.12	m^3/día	6.36 l/s
Caudal Máximo Horario (Q_{MH})	=	823.68	m^3/día	9.53 l/s
RESERVA PARA 1 DIAS	=	422.40	m^3	
VOLUMEN TOTAL DEL TANQUE	=	422	m^3	
VOLUMEN DE DISEÑO	=	422	m^3	

2. CALCULO ACOMETIDA

TIEMPO DE LLENADO (T)= 12 HORAS	=	43,200	s	
CAUDAL (Q) = VOLUMEN TANQUE / TIEMPO DE LLENADO	=	9.78	l/s	35.20 m^3/hora
LONGITUD ACOMETIDA	=	15.00	m	
PRESION EN LA RED	=	15	m.c.a. (garantizada por la EAAB-ESP)	
PERDIDA UNITARIA (J)	=	0.67	m/m	
C	=	150	PVCP	

UTILIZANDO LA FORMULA DE HAZEN WILLIAMS:

$$\phi = \left(\frac{Q}{280 \times C \times J^{0.54}} \right)^{0.38}$$

= 0.04525 m

Aproximadamente = 3 PULG. DIAMETRO INTERNO **3.166** pulg.

VELOCIDAD (V) = 1.93 m/s

SE SOLICITA ACOMETIDA EN ø **3** **PULG.**

plinco
ingeniería de redes hidráulicas

MEMORIA DE CÁLCULO DE ALCANTARILLADO COMBINADO

PLUVIAL-SANITARIO

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB-ESP)
CÁLCULO DE ALCANTARILLADO COMBINADO
PROYECTO: PPRU CENTENARIO
EVALUACIÓN DE CAPACIDAD HIDRÁULICA CARRERA 42 BIS

plinco ingeniería de redes hidráulicas

DISEÑÓ: PLINCO S.A.

$D_{NETA-REAL}$:	110.00	L/Habitante-día	$D_{NETA-REAL}$ A. ARRIBA:	110	L/Hab-día
APORTE $_{CE}$:	0.20	lps * Ha			
APORTE $_{INF}$:	0.20	lps * Ha			
DENSIDAD POB:	4380.00	hab-Ha	DENSIDAD POB SECTOR:	2250	hab-Ha

C	E	F	M
3841.117	1.0929	42.42	0.1677

$$I = (C * T^{M}) / (D^{E} + F)$$

acueducto AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ

FECHA: NOVIEMBRE DE 2021

CÁMARA		*SANITARIO*				*PLUVIAL (Método Racional)*																		
De	A	Area Propia	Area TOTAL	Q_{MD}	Qdis-SAN	Area propia	Area TOTAL	Tr	T. Concentración		Intens	C	Qdis-PLU	Qdis-TOTAL	Long	Pend	Ø	Q/Qo	Vr	Y	F_R	D	*y/d*	τ	τ (10%Q_0)
		Ha	Ha	l/s	l/s	Ha	Ha	Años	Incr	Total	l/H/s		l/s	l/s	m	%	(")		m/s	m			%	Kg/m^2	Kg/m^2
5492	4377	1.48	1.48	3.60	16.25									16.25	93.84	0.50	10	0.48	0.68	0.14	0.64	0.11	55	0.30	0.18
4377	4374	1.38	2.86	6.96	28.12									28.12	5.45	0.25	12	0.72	0.61	0.21	0.44	0.20	70	0.22	0.11
4374	4375		2.86	6.96	28.12	3.01	3.01	5	0.14	16.01	220.74	0.84	558.11	586.23	5.22	0.70	27	0.93	1.90	0.56	0.77	0.62	82	1.54	0.69
1	5309	0.68	0.68	3.22	14.55									14.55	73.00	0.90	10	0.32	0.81	0.11	0.89	0.08	44	0.45	0.32
5309	5454	1.27	1.95	9.24	34.86									34.86	12.00	0.67	12	0.54	0.92	0.18	0.76	0.15	60	0.51	0.29
5454	5455		1.95	9.24	34.86	2.24	2.24	5	0.06	16.04	220.57	0.84	415.02	449.89	3.84	0.50	27	0.85	1.56	0.53	0.68	0.54	78	1.05	0.50
20	435	0.92	0.92	4.36	18.69	1.02	1.02	5.00	0.13	20.00	202.46	0.80	165.21	183.90	5.05	0.30	24	0.67	1.05	0.41	0.55	0.37	68	0.51	0.26

De	A	Material	Estado	n	Qo	Vo	Caída Tramo	Cota Clave		Caída Tramo		Cota Rasante		Recubrimiento		Energía Espec.	$V^2/2g$	Yc	Hw	Hc	Cota de Energía	
					(l/s)	m/s	m	Sup	Inf	m		Sup	Inf	Sup	Inf	m	m	m	m	m	Sup	Inf
5492	4377	CONCRETO	A RENOVAR	0.016	34.2	0.80	0.47	2555.46	2554.99	0.47		2556.56	2556.09	1.10	1.10	0.16	0.02	0.10	0.21	0.14	2555.37	2554.90
4377	4374	CONCRETO	A RENOVAR	0.016	39.3	0.64	0.01	2554.99	2554.98	0.01		2556.09	2556.10	1.10	1.12	0.23	0.02	0.13	0.27	0.18	2554.92	2554.91
4374	4375	CONCRETO	A RENOVAR	0.016	629.6	1.84	0.04	2554.81	2554.77	0.04		2556.10	2556.07	1.29	1.30	0.75	0.18	0.49	1.15	0.71	2554.87	2554.83
1	5309	CONCRETO	PROYECTADO	0.016	45.8	1.08	0.66	2555.59	2554.93	0.66		2556.69	2555.98	1.10	1.05	0.14	0.03	0.10	0.20	0.13	2555.48	2554.82
5309	5454	CONCRETO	EXISTENTE	0.016	64.3	1.05	0.08	2554.70	2554.62	0.08		2555.98	2555.95	1.28	1.33	0.23	0.04	0.14	0.30	0.20	2554.62	2554.54
5454	5455	CONCRETO	A RENOVAR	0.016	532.1	1.56	0.02	2554.62	2554.60	0.02		2555.95	2555.89	1.33	1.29	0.66	0.12	0.42	0.95	0.60	2554.59	2554.57
20	435	CONCRETO	A RENOVAR	0.016	273.3	1.12	0.02	2554.80	2554.78	0.02		2556.20	2556.13	1.40	1.35	0.47	0.06	0.28	0.58	0.38	2554.66	2554.65

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB-ESP)

CÁLCULO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

PROYECTO: PPRU CENTENARIO

COLECTOR PLUVIAL SOBRE LA CARRERA 42 BIS

DISEÑÓ: PLINCO S.A.

C	E	F	M
3841.117	1.0929	42.42	0.1677

$I = (C * T^{M}) / (D^{E} + F)$

FECHA: NOVIEMBRE DE 2021

CÁMARA						*PLUVIAL (Método Racional)*																	
De	A					Area propia	Area TOTAL	Tr	T. Concentración		Intens	C	Qdis-PLU	Qdis-TOTAL	Long	Pend	Ø	Q/Qo	Vr	Y	F_R	D	*y/d*	τ	τ (10%Q_O)
						Ha	Ha	Años	Incr	Total	l/H/s		l/s	l/s	m	%	(")		m/s	m			%	Kg/m^2	Kg/m^2
2	4					0.75	0.75	5	0.89	15.00	225.82	0.83	140.58	140.58	80.00	0.80	18	0.55	1.33	0.28	0.88	0.23	61	0.46	0.46
4	6					1.38	2.13	5	0.16	15.89	221.34	0.84	396.03	396.03	10.47	0.30	24	0.93	1.15	0.50	0.50	0.55	82	0.29	0.25
6	5454					0.11	2.24	5	0.10	16.04	220.57	0.84	415.02	415.02	6.50	0.30	24	0.97	1.17	0.51	0.48	0.59	84	0.29	0.25
8	10					1.53	1.53	5	1.01	15.00	225.82	0.83	286.77	286.77	78.00	0.40	24	0.58	1.16	0.38	0.65	0.32	62	0.31	0.34
10	4374					1.48	3.01	5	0.08	16.01	220.74	0.84	558.11	558.11	6.85	0.40	27	0.82	1.39	0.53	0.61	0.52	77	0.41	0.38

De	A	Material	Estado	n	Qo	Vo	Caída Tramo	Cota Clave		Caída Tramo		Cota Rasante		Recubrimiento		Energía Espec.	$V^2/2g$	Yc	Hw	Hc	Cota de Energía	
					(l/s)	m/s	m	Sup	Inf	m		Sup	Inf	Sup	Inf	m	m	m	m	m	Sup	Inf
2	4	PVC*	PROYECTADO	0.010	253.6	1.50	0.64	2555.49	2554.85	0.64		2556.79	2556.03	1.30	1.18	0.37	0.09	0.26	0.57	0.37	2555.40	2554.76
4	6	PVC*	PROYECTADO	0.010	427.6	1.12	0.03	2554.83	2554.80	0.03		2556.03	2556.19	1.20	1.39	0.57	0.07	0.41	0.95	0.59	2554.79	2554.76
6	5454	PVC*	PROYECTADO	0.010	427.6	1.12	0.02	2554.78	2554.76	0.02		2556.19	2555.95	1.41	1.19	0.58	0.07	0.42	0.98	0.61	2554.75	2554.73
8	10	PVC*	PROYECTADO	0.010	493.7	1.29	0.31	2555.17	2554.86	0.31		2556.47	2556.93	1.30	2.07	0.45	0.07	0.35	0.76	0.49	2555.01	2554.70
10	4374	PVC*	PROYECTADO	0.010	677.6	1.39	0.03	2554.86	2554.83	0.03		2556.93	2556.10	2.07	1.27	0.62	0.10	0.47	1.11	0.69	2554.80	2554.77

EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ (EAAB-ESP)

CÁLCULO DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

PROYECTO: PPRU CENTENARIO

COLECTOR PLUVIAL SOBRE LA CARRERA 39

DISEÑÓ: PLINCO S.A.

C	E	F	M
3841.117	1.0929	42.42	0.1677

$I = (C * T^{M}) / (D^{E} + F)$

FECHA: NOVIEMBRE DE 2021

CÁMARA						*PLUVIAL (Método Racional)*																		
De	A					Area propia	Area TOTAL	Tr	T. Concentración		Intens	C	Qdis-PLU	Qdis-TOTAL	Long	Pend	Ø	Q/Qo	Vr	Y	F_R	D	*y/d*	τ	τ (10%Q_O)
						Ha	Ha	Años	Incr	Total	l/H/s		l/s	l/s	m	%	(")		m/s	m			%	Kg/m^2	Kg/m^2
12	14					0.08	0.08	5	1.23	15.00	225.82	0.80	14.45	14.45	60.00	0.40	12	0.24	0.56	0.11	0.62	0.08	37	0.16	0.17
14	16					0.26	0.34	5	1.96	16.23	219.64	0.80	59.74	59.74	100.00	0.30	16	0.52	0.74	0.24	0.53	0.20	59	0.22	0.17
16	18					0.38	0.72	5	1.81	18.19	210.40	0.80	121.19	121.19	100.00	0.30	18	0.78	0.90	0.34	0.51	0.32	74	0.30	0.19
18	20					0.30	1.02	5	0.13	20.00	202.46	0.80	165.21	165.21	8.45	0.40	18	0.92	1.09	0.37	0.55	0.40	82	0.43	0.26

De	A	Material	Estado	n	Qo	Vo	Caída Tramo	Cota Clave		Caída Tramo		Cota Rasante		Recubrimiento		Energía Espec.	$V^2/2g$	Yc	Hw	Hc	Cota de Energía	
					(l/s)	m/s	m	Sup	Inf	m		Sup	Inf	Sup	Inf	m	m	m	m	m	Sup	Inf
12	14	CONCRETO	PROYECTADO	0.013	61.2	0.81	0.24	2555.69	2555.45	0.24		2556.89	2556.64	1.20	1.19	0.13	0.02	0.09	0.18	0.12	2555.51	2555.27
14	16	CONCRETO	PROYECTADO	0.013	114.1	0.85	0.30	2555.45	2555.15	0.30		2556.64	2556.38	1.19	1.23	0.27	0.03	0.17	0.36	0.24	2555.31	2555.01
16	18	CONCRETO	PROYECTADO	0.013	156.2	0.92	0.30	2555.15	2554.85	0.30		2556.38	2556.33	1.23	1.48	0.38	0.04	0.24	0.52	0.34	2555.07	2554.77
18	20	CONCRETO	PROYECTADO	0.013	180.3	1.06	0.03	2554.85	2554.82	0.03		2556.33	2556.20	1.48	1.38	0.43	0.06	0.28	0.64	0.41	2554.83	2554.79

plinco
ingeniería de redes hidráulicas

PLANOS DE REDES LOCALES DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO