MEMORIAS DE CÁLCULO Y DISEÑO
RED HIDRÁULICA PLUVIAL MENEJO DE AGUAS DE CUBIERTAS

"CONSTRUCCIÓN DE LA SALA DE OPERACIONES DE APOYO AÉREO EN LAS INSTALACIONES DEL CANTÓN MILITAR PALONEGRO DIV02 DEL DEPARTAMENTO DE SANTANDER"

PRESENTADO POR:

DISEÑO Y CALCULO

LUIS MARIO DURAN GONZALEZ
INGENIERO CIVIL
MAT. 68202-302094 STD
ESPECIALISTA EN AGUA Y SANEAMIENTO

No. Rev.	Fecha	Descripción	Elaboró	Revisó	Aprobó

BUCARAMANGA, MARZO DE 2025

TABLA DE CONTENIDO

OBJETIVOS 4
OBJETIVOS ESPECIFICOS 4
GENERALIDADES 5
ESTUDIOS Y ACTIVIDADES PREVIAS 5
CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 5
DISPONIBILIDAD 5
LOCALIZACIÓN 6
CARACTERISTICAS DEL PROYECTO 6
SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS SUPERFICIALES 6
PERÍODO DE RETORNO DE LA LLUVIA DE DISEÑO 7
DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE 7
CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO 8
DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA LLUVIA MÉTODO RACIONAL 11
SISTEMA PLUVIAL 12
CÁLCULO DE COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS 16
CANALES EN SISTEMAS DE DRENAJE 16
DISEÑO DE REDES EXTERNAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL 21
LOCALIZACIÓN DE COLECTORES 21
PROFUNDIDAD DE LOS COLECTORES 21
CRITERIOS DE DISEÑO HIDRÁULICO 22
DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTO 22
VELOCIDADES PERMISIBLES EN LOS CONDUCTOS 23
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE DARCY – WEISBACH (Ks) 24
PENDIENTE DEL CONDUCTO "S" 24
PERDIDAS DE ENERGÍA 25
DIÁMETRO MÍNIMO 28
CIMENTACIÓN DE LOS COLECTORES 28
SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL 31
CAUDAL DE DISEÑO 31

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA INSTALACIONES PLUVIALES 35
GENERALIDADES 35
CÓDIGOS Y REGLAMENTOS 35
RECIBO FINAL DE LAS OBRAS 36
INSTALACIONES EN GENERAL 36
ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA ALCANTARILLADOS PLUVIALES . 42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 58
ANEXOS: MEMORIAS DE CÁLCULO 59
ANEXOS: PLANOS DE DISEÑO 60
ANEXOS DE DOCUMENTOS PROFESIONALES 62
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 65

LISTA DE TABLA

Tabla 1. Períodos de Retorno recomendados según el grado de protección del sistema 7
Tabla 2. Áreas de Cubiertas del Proyecto 10
Tabla 3. Coeficiente de Escorrentía 10
Tabla 4. Dimensionamiento de Canales en Fachadas para una Pendiente del 1 % 12
Tabla 5. Dimensionamiento de Desagües Principales de Cubierta 13
Tabla 6. Dimensionamiento de Canales de Cubiertas del Polideportivo 14
Tabla 7. Dimensionamiento de Bajantes de Aguas Lluvias del Polideportivo .. 15
Tabla 8. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning para obras de Drenaje 17
Tabla 9. Velocidades máximas en canales revestidos (m/seg) 19
Tabla 10. Profundidades mínimas de los Colectores 21
Tabla 11. Velocidades Máximas Permisibles 23
Tabla 12. Valores de Rugosidad Absoluta 24
Tabla 13. Máximo Ángulo de Intersección entre Colectores Principales 26
Tabla 14. Tipo de Cimentación en función de la Pendiente 29
Tabla 15. Períodos de Retorno 33
Tabla 16. Coeficientes de Escorrentía 33

LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Curva Intensidad Duración y Frecuencia del Municipio de Bucaramanga - Santander 9

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización Proyecto en la Municipio de Bucaramanga 6

INTRODUCCION

presente informe técnico contiene los Diseños del Proyecto de Consultoría para **"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA SALA DE OPERACIONES DEL HELIPUERTO EN EL BATALLON RICAURTE DE LA SEGUNDA DIVISIÓN MUNICIPIO DE BUCARAMANGA - SANTANDER",** los diseños de las Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Evacuación de las Aguas Servidas, Manejo de Aguas Lluvias para el proyecto, ubicado en el municipio de ***Bucaramanga – Santander***, el presente Documento es el Diseño **Hidráulico de Redes de Desagüe Pluvial** del **Sala de Espera de Helipuerto.**

Como punto de partida se recopilaron a través de los diferentes medios las regulaciones vigentes y las normas técnicas de los principales acueductos del país que se consideraron de mayor representatividad, con base en lo cual se realizó el análisis, criterios y parámetros de diseño en el presente proyecto. En el análisis se tuvo en cuenta el cumplimiento de las normas oficiales como el ***Código Colombiano de Fontanería – Norma Técnica Colombiana NTC 1500 (5 actualización)*** y el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - Norma RAS 2000, resoluciones ***330/2017*** y ***799/21.*** Además de las ***Normas del Acueducto de Bucaramanga,*** así como las ***Normas del Empresa Pública de Alcantarillado de Santander.*** A partir de allí se determinaron los criterios y parámetros de diseño.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Realizar los diseños de las redes hidrosanitarias, evacuación de las aguas servidas de la ***edificación de Uso para Fines Públicos "Cuartel o Batallón del Ejercito),*** ubicado en el ***Casco Urbano del Municipio de Bucaramanga***

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar las áreas aferentes de las cubiertas proyectadas desde la arquitectura del proyecto.
- Realizar los trazados de las redes de recolección de aguas lluvias mediante las bajantes y colectores de la Edificación.
- Investigar las redes existentes para la evaluación hidráulica en el punto de conexión planteada desde la disponibilidad.
- Diseñar las redes de Conexión al Alcantarillado Pluvial externo del proyecto, hasta el punto de conexión en las redes existentes.

GENERALIDADES

A continuación, se presentan los aspectos generales del proyecto como localización dentro de la ciudad, tipo de construcción y urbanismo, descripción general, nivel de complejidad, horizonte del proyecto, entre otros, así como los estudios consultados y demás actividades ejecutadas previamente al diseño del mismo.

ESTUDIOS Y ACTIVIDADES PREVIAS

Para el presente estudio se realizó la consulta de redes existentes cercanas a la zona del proyecto que se va a intervenir. Actualmente la zona cuenta con redes de conducción del sistema de alcantarillado sanitario y pluvial por separado.

Adicionalmente a la consulta de documentos, se ejecutó un levantamiento topográfico detallado de las redes de alcantarillado existente sobre las vías principales y colectores aguas abajo hasta el punto de disponibilidad de conexión del proyecto. Paralelamente se realizaron varias visitas de campo para identificar la zona y tomar determinaciones esenciales para el diseño.

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto consta de la Remodelación de una Edificación de Tipo Institucional, donde se ubicará ***LA SALA DE PLANEAMIENTO DE OPERACIONES DE APOYO AÉREO*** BUCARAMANGA – SANTANDER, una edificación de Tipo Institucional de 1 pisos de uso para fines de Seguridad.

No	Tipo de Cubierta	Edif	Áreas	Unidad
1	Cubierta Area Aferente 1	Sala Operación	70.15	m2
2	Cubierta Area Aferente 2	Sala Operación	70.15	m2
		Sumatoria de Áreas del Proyecto:	140.30	m2
		Sumatoria de Áreas del Proyecto:	0.0140	Has

DISPONIBILIDAD

El proyecto se conectará la red pluvial existente Interna de la Segunda División del Ejercito – Batallón Ricaurte.

LOCALIZACIÓN

Como se muestra de manera general en la siguiente Figura. Localización del proyecto, se encuentra ubicado en el ***Casco Urbano del Municipio de Bucaramanga.***

Figura 1. Localización Proyecto en la Municipio de Bucaramanga



Fuente: Tomado de Google Earth (modificado por el Autor)

CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto consta de la Remodelación de una Edificación de Tipo Institucional, donde se ubicará ***SALA DE OPERACIONES DEL HELIPUERTO DEL BATALLÓN RICAURTE – SEGUNDA DIVISIÓN DEL EJERCITO DE COLOMBIA***, una edificación de Tipo Institucional de 1 pisos de uso para fines de Seguridad.

SISTEMAS DE RECOLECCION DE AGUAS LLUVIAS SUPERFICIALES

A continuación, se presenta los parámetros de diseño que constituyen los elementos básicos de un sistema de recolección de aguas lluvias, del proyecto de Edificación Escenarios Deportivos del municipio de ***Bucaramanga,*** además se indican los criterios de selección para escoger cada uno de los mismos.

PERÍODO DE RETORNO DE LA LLUVIA DE DISEÑO

El período de retorno de diseño se terminó de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios que puedan ocasionar a los habitantes. La selección del período de retorno está asociada con las características de protección e importancia del área de estudio.

Tabla 1. Períodos de Retorno recomendados según el grado de protección del sistema

Características del área de drenaje	Mínimo (años)	Aceptable (años)	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	2	2	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	2	3	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias mayores a 10 ha	5	5	10
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores a 1000 ha	10	25	50
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	25	50	100

Fuente: Reglamento Técnico Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, resolución 0330 de 2017

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE DRENAJE

Parámetros de Diseño

Para el diseño de la red de manejo de aguas lluvias la extensión y el tipo de áreas que drenan hacia un determinado tramo se determinaron en forma individual y a la arquitectura proyectada en el presente proyecto. Las áreas de drenaje se determinaron mediante medición directa en los planos y su respectiva delimitación el cual es consistente con el drenaje natural del terreno donde se ubica en proyecto de vivienda de interés Social.

CALCULO DEL CAUDAL DE DISEÑO

Se presentan a continuación el método para estimar el caudal de diseño, con base en la selección de una intensidad máxima, área de drenaje del proyecto:

Método racional

La ecuación más común usada para el cálculo del caudal pico de pequeñas áreas asociadas con el drenaje del proyecto, es un simple balance de masas que se considera válida para áreas inferiores a 0.8 km^2 (ASCE, 1992) y se conoce como la fórmula racional

$$Q = 2.78 * CxIxA$$

Donde:
Q: caudal correspondiente al periodo de diseño seleccionado (m^3/seg)
C: coeficiente de escorrentía del suelo
I: Intensidad de la precipitación correspondiente al tiempo de concentración de diseño (mm/hr)
A: área de drenaje (Ha)

Como la intensidad de la lluvia esta expresada en mm/hr, el factor de conversión a Lts/seg*Has es de 2.78

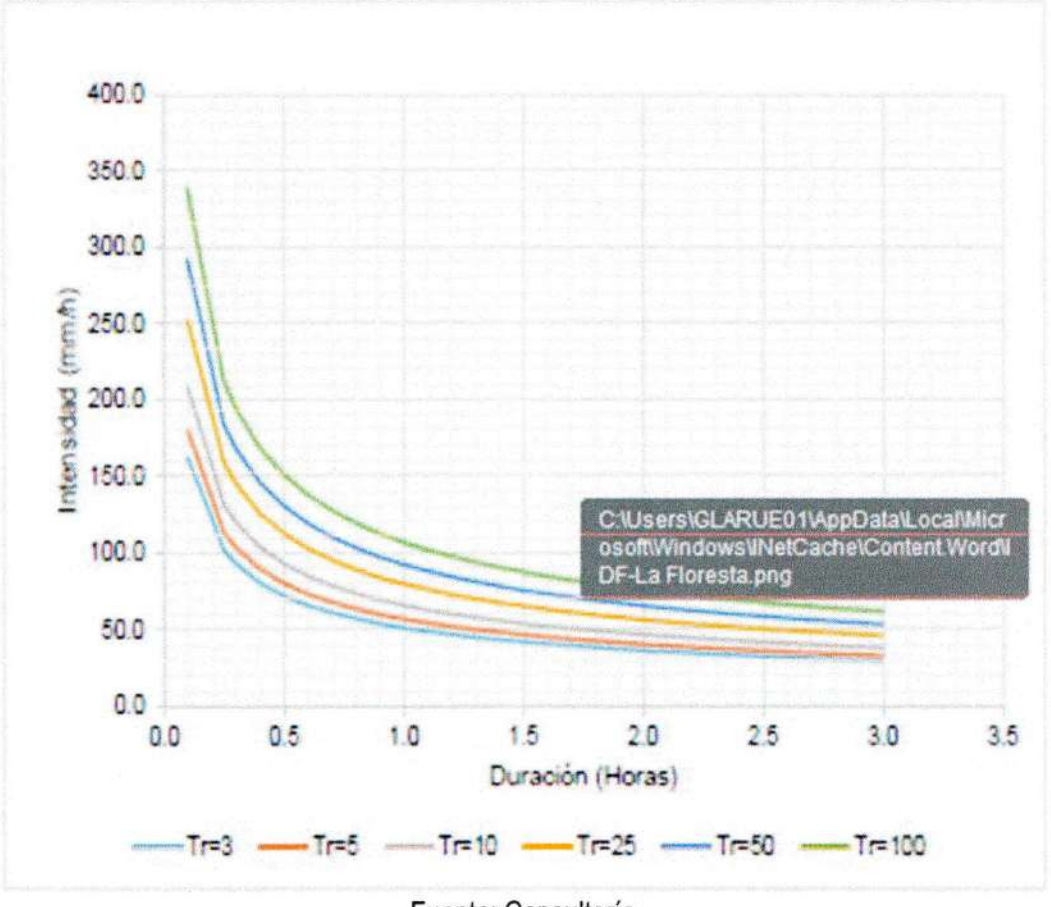
En la ecuación anterior se establece las siguientes consideraciones:

- El caudal pico ocurre cuando toda área contribuye al flujo.
- La intensidad de la lluvia es uniforme en un tiempo igual al tiempo de concentración de la hoya. El tiempo de concentración es el tiempo requerido por el agua para viajar desde el punto más alejado al punto de consideración.
- El caudal pico tiene una frecuencia igual que la de la intensidad de la lluvia. Esto significa que una lluvia con una frecuencia dad produce un caudal pico con la misma frecuencia.

Dado que el ***municipio del Bucaramanga - Santander*** no cuenta con una Curva de Intensidad Duración y Frecuencia IDF, la consultoría elabora una Curva IDF con datos de la estación del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) del municipio, con ***código 23190140***, la información desde 1958 - 2023

Para determinar el valor de la intensidad se empleó la curva IDF presentadas en el numeral respectivo, de acuerdo al periodo de retorno establecido. ***(ver Anexo)***

Imagen 1. Curva Intensidad Duración y Frecuencia del Municipio de Bucaramanga - Santander



Fuente: Consultoría

Dado que en el municipio del Bucaramanga – Santander, se han presentado fuertes precipitaciones en el pasado, se realiza una búsqueda de una Curva IDF de la Base del IDEAM, con las mismas características del municipio donde se ubica el proyecto, a continuación, se presenta la Curva IDF con la que se procede a realizar los cálculos para el manejo de aguas lluvias de las cubiertas y zonas duras del ***Sala de Operaciones Batallón Ricaurte – Bucaramanga – Santander.***

Curvas Intensidad Duración Frecuencia

Para la aplicación de diferentes metodologías para obtener los caudales de diseño en las obras de evacuación de aguas lluvias a partir de la información pluviométrica y con la curva IDF del IDEAM, se ha adoptado utilizar esta información suministrada por la entidad.

Área de drenaje

El origen de las áreas de drenaje está dado por la infraestructura del proyecto y su desarrollo, por las zonas verdes y el tipo de las edificaciones. El área se define de acuerdo con el punto donde se recoge la escorrentía, o estructura de captación, la heterogeneidad de la superficie debida a vías techos, jardines, parques, etc., y el recorrido de la escorrentía por la superficie o por las conducciones.

Tabla 2. Áreas de Cubiertas del Proyecto

No	Tipo de Cubierta	Edif	Áreas	Unidad
1	Cubierta Area Aferente 1	Sala Operación	70.15	m2
2	Cubierta Area Aferente 2	Sala Operación	70.15	m2
		Sumatoria de Áreas del Proyecto:	140.30	m2
		Sumatoria de Áreas del Proyecto:	0.0140	Has

Fuente: DG Ingeniería proyectos Hidrosanitarios.

Coeficientes de escorrentía

El coeficiente de escorrentía está en función del suelo, del grado de permeabilidad de la zona, de la pendiente del terreno y otros factores que determinan la fracción de la precipitación que se convierte en escorrentía. Para áreas de drenaje que incluyan subáreas con coeficientes de escorrentía diferentes, el valor de C representativo del área se calcula como el promedio ponderado con las respectivas áreas. En el cuadro siguiente se presentan valores típicos de coeficiente de escorrentía para diferentes tipos de superficies tomados del ***título D del RAS 2000***

Tabla 3. Coeficiente de Escorrentía

Tipo de Superficie	C
Cubiertas	0.75 – 0.90
Pavimentos asfalticos y superficies de concreto	0.70 – 0.95
Vías adoquinadas	0.70 – 0.80
Zonas Escenarios Deportivoses o industriales	0.60 – 0.95
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0.60 – 0.75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras	0.60 – 0.75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de Jardines	0.40 – 0.60
Residenciales, con casas rodeadas de jardines o multifamiliares apreciablemente separados.	0.45
Residencial con predominio de zonas verdes y parques cementerios	0.30
Laderas sin vegetación.	0.60
Laderas con vegetación	0.30
Parques recreacionales	0.20 – 0.35

Si el área de estudio tiene varios tipos de cobertura, se puede calcular un coeficiente compuesto o ponderado, utilizando el peso de cada área de la siguiente manera:

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum Ai}$$

Donde los subíndices i corresponde a los valores designados para los diferentes tipos de terrenos.

Con base en el cuadro anterior, para la estimación del coeficiente de escorrentía en las obras que drenan la escorrentía directa de las cubiertas, zonas duras y zonas de jardín se utilizaron los coeficientes:

DETERMINACIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA LLUVIA MÉTODO RACIONAL

El primer paso para que hay para seguir en muchos proyectos de diseño hidráulico, como el diseño de sistemas de drenaje urbano, es la determinación del evento o los eventos de lluvia que deben usarse. La forma más común de hacerlo consiste en utilizar una tormenta de diseño o un evento que involucre una relación entre la intensidad de lluvia, la duración y las frecuencias o periodos de retorno apropiados para la obra o el sitio, las curvas IDF de una lluvia son indispensables para seleccionar la intensidad de la lluvia por el método racional.

La intensidad, con la información suministrada por el IDEAM, y de acuerdo con la curva IDF y la ***Norma Técnica Colombiana NTC1500***, los desagües de las cubiertas todas las áreas de cubierta de las edificaciones deben ser evacuadas por la red de desagües de aguas lluvias. Para el cálculo de caudales de sistemas de aguas lluvias se considera una intensidad de precipitación obtenida a partir de las curvas IDF propias de la zona, para un periodo de retorno mínimo de 10 años y una duración de 15 minutos, suministradas por la entidad competente.

Según la curva de intensidad duración y frecuencia:

SISTEMA PLUVIAL

El sistema de evacuación de aguas lluvias del proyecto de ***Edificación de Uso para Fines Públicos "Recreación Social (Deportivos Municipales)*** del municipio de ***Bucaramanga,*** las cuales pueden transportar tanto aguas subsuperficiales, como superficiales el municipio no permite mezclar las aguas sanitarias con las aguas lluvias, por lo cual se tienen separadas una de la otra.

Capacidad del Sistema

La red de aguas lluvias está en la capacidad para evacuar el caudal generado por la precipitación instantánea, debido a que las áreas de recolección son relativamente pequeñas y no se puede considerar reducción por tiempo de concentración. La intensidad adoptada para el diseño pluvial del proyecto es de 100 mm/hora, una vez realizando la transformación de unidades el caudal correspondiente a un metro cuadrado de área:

$$I = 100\frac{mm}{hr} = 0.1\frac{m}{hr} = \frac{0.1\left(\frac{m^3}{m^2}\right)}{3600seg} = \frac{100\left(\frac{Lts}{m^2}\right)}{3600seg} = \frac{0.0278\left(\frac{Lts}{seg}\right)}{m^2}$$

El caudal total será el producto del área protegida y del caudal unitario hallado anteriormente. Al área proyectada horizontalmente se agrega el efecto de los muros verticales adyacentes que van a captar un porcentaje de precipitación, de acuerdo con la inclinación que toma por acción del viento. Que finalmente cae a la superficie horizontal, para este fin se toma el 50% del área vertical

Dimensionamiento

Todas las áreas de las cubiertas de la edificación las cuales serán evacuadas por la red de desagües de aguas lluvias. Para el cálculo de caudales de sistemas de aguas lluvias se considera una intensidad de precipitación obtenida a partir de las curvas de Intensidad Duración y Frecuencia IDF propia del municipio de ***Bucaramanga y Bucaramanga*** del área metropolitana de ***Bucaramanga***.

Tabla 4. Dimensionamiento de Canales en Fachadas para una Pendiente del 1 %

Dimensiones de la Canaleta		Pendiente de la Canal		Capacidad de la Canal		
(mm)	(pulg)	mm/m	mm/m	GPM	Lts/min	Lts/seg
102	4		10.41	39	147.61	2.461
127	5		10.41	74	280.1	4.669
152	6		10.41	110	416.35	6.94
203	8	5.21	10.41	172	934.9	15.582
254	10	5.21	10.41	331	1786.52	29.776

Fuente: Código Colombiano de Fontanería NTC 1500

Dimensionamiento de Bajantes

La capacidad de las bajantes para la intensidad de lluvia, donde el agua está ocupando aproximadamente 1/3 del área total, dejando el resto para el cilindro de aire que se forma en el centro.

Tabla 5. Dimensionamiento de Desagües Principales de Cubierta

Diámetro de Tubería (pulg)	Capacidad de Tubería		
	L/min	L/seg	gpm
2	113.5	1.89	30
3	348.2	5.80	92
4	726.7	12.11	192
5	1326.6	22.11	360
6	2130.9	35.52	563
8	4572.3	76.21	1208

Fuente: Código Colombiano de Fontanería NTC 1500

El proyecto de ***Edificación de Uso para Fines Públicos "Recreación Social (Deportivos Municipales)*** del municipio de ***Bucaramanga*** se proyectan bajantes de aguas lluvias que conectan el canal de recolección de las fachadas de las torres de viviendas por medio de una red de tubería en la fachada la cual fue dimensionada en la siguiente tabla:

Intensidad de Lluvia (I):	145.20	mm/hr
Duración de Lluvia (D)	5	min
Tipo de Superficie:	Desarrollos residenciales casas contiguas, predominan zonas duras	
Coeficiente de Escorrentía:	0.90	

Tabla 6. Dimensionamiento de Canales de Cubiertas del Polideportivo

Localización del canal	Canal #	Área de Cubiertas Conectadas al Canal			Pendiente Canal	Diámetro Nominal del Canal			Capacidad Canal			Caudal Calculado	Canal Conecta al Bajante#	Área Conectada
		(m2)	(m2)	(Has)	(%)	(in)	(mm)	(m)	(L/min)	(gpm)	(L/seg)	(Lts/seg)		(m2)
Canales de Cubiertas de la Propuesta Arquitectonica - Lámina Galvanizada Calibre 20 - Las Dimensiones en Pulgadas, canales de Forma Rectangular														
Cubierta Sala de Operaciones	1	70.2	70.15	0.0070	1.0%	6	152	0.152	416.35	110	6.94	3.46	BALL # 1	70.15
Cubierta Sala de Operaciones	1	70.2	70.15	0.0070	1.0%	6	152	0.152	416.35	110	6.94	3.46	BALL # 2	70.15

Fuente: Consultoría del Proyecto (***Ver Anexos de Diseño)***

Tabla 7. Dimensionamiento de Bajantes de Aguas Lluvias del Polideportivo

Ubicación de Bajantes	Bajante Aguas Lluvias #	Long. Bajante Vertical	Área Propia Conectada	Área Aferentes a Área Conectada	Área Máximas Total Drenaje	Diámetro Nominal de Bajantes Verticales			Diámetro Interno de Tubería de Bajantes		Capacidad Bajante Vertical Proyectada			Caudal Máximo Cálculado para Bajante Proyectada		Diámetro Nominal de Colectores Horizontales para una Pendiente 2%			Capacidad de Tubería Colector Horizontal para una Pendiente 2%	
		(m)	(m2)	(m2)	(m2)	(in)	(mm)	(m)	(mm)	(m)	(Lts/min)	(Lts/seg)	(gpm)	(Lts/seg)	(Lts/min)	(in)	(mm)	(m)	(Lts/min)	(Lts/seg)
Tubería de PVC - Tipo Pesado - Las Dimensiones son en Pulgadas Comerciales																				
Cubierta Sala de Operaciones	BALL # 1	3.60	70.15	0	70.2	3	82.55	0.083	76	0.08	348.2	5.8	92.0	3.46	207.78	4	114.3	0.114	616	10.3
Cubierta Sala de Operaciones	BALL # 2	3.60	70.15	0	70.2	3	82.55	0.083	76	0.08	348.2	5.8	92.0	3.46	207.78	4	114.3	0.114	616	10.3

Fuente: Consultoría del Proyecto ***Ver Anexo de Diseño***

CÁLCULO DE COLECTORES DE AGUAS LLUVIAS

Los colectores de recolección de aguas lluvias del proyecto se instalarán en la conexión de los canales perimetrales de aguas lluvias.

Ver Anexo de Diseño

CANALES EN SISTEMAS DE DRENAJE

Los canales que se utilizan para conducir las aguas de escorrentía provenientes de las aguas lluvias son canales abiertos. La sección del canal tiene una forma rectangular, los canales fueron diseñados para que funcionen por gravedad donde se ajustan las cotas de fondo del canal, pendientes y la respectiva sección.

Diseño hidráulico
El cálculo hidráulico de los canales de aguas lluvias, se realizó tomando como base lo establecido en el Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS 2000 título D del Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, teniendo en cuenta su consideración en la medida de áreas, método de cálculo, información requerida, coeficientes de escorrentía, tiempos de concentración y de más elementos que se requieren para el diseño de la red.

Los conceptos de caudales, velocidades, diámetros, rugosidades son los mismos establecidos para el cálculo de los canales.

Concepto hidráulico
Todos los tramos han sido calculados como conducción a flujo libre por gravedad, en el cual se ha previsto empate por la línea de energía en los conductos. El régimen de flujo establecido para las condiciones dadas es de tipo subcrítico en todos los tramos del colector y la variación de los caudales de diseño se establecen tal como se indica en los cuadros de las memorias de cálculo.

El procedimiento de cálculo se basa en suponer que el flujo es uniforme en el conducto y como tal el análisis se efectuó utilizando la fórmula de Manning.

$$V = \frac{1}{2} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:
V: velocidad media (m/seg)
n: coeficiente de rugosidad de Manning
R: Radio hidráulico (m)
S: Pendiente de la línea de energía (m/m)

El flujo libre y uniforme en los colectores debe ser estable, para lo cual el número de Froude será menor de 0.90 o mayor de 1.10.

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * D}}$$

Donde:
F: número de Froude, (adimensional)
V: velocidad media del flujo (m/seg)
g: aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)
D: profundidad hidráulica, igual al área del agua, medida normalmente a la dirección del flujo, divida por el ancho de la superficie libre (m)

En los anexos de diseño se presentan los cuadros de cálculo de los canales de aguas lluvias proyectados.

La capacidad hidráulica de las cunetas se calculará a partir de la ecuación de Manning, empleando un coeficiente de rugosidad "n" correspondiente a una superficie de concreto y con una pendiente igual a la de la vía

En general, para el diseño de las obras de drenaje del proyecto, se utilizarán los coeficientes "n" de Manning que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 8. Valores de coeficiente de rugosidad de Manning para obras de Drenaje

Material	n
Conductos Abiertos	
Canales y cunetas revestidas en concreto	0.015
Canal excavado en tierra recubierto con vegetación	0.050
Canal revestido rip-rap	0.030
Conductos Cerrados	
Concreto prefabricado	0.013
Concreto prefabricado interior rugoso	0.015
PVC y fibra de vidrio con interior liso	0.012
Metal corrugado	0.024

Estimación del tiempo de concentración
Tiempo de viaje del flujo en lamina
El flujo en lámina es la escorrentía de una masa poco profunda sobre una superficie plana con profundidad uniforme sobre la superficie en pendiente del terreno natural. Esto generalmente ocurre al inicio de la escorrentía.

El flujo en lámina se estima comúnmente utilizando una versión de la ecuación de la onda cinemática, una derivación de la ecuación de Manning.

$$T_s = \frac{Kc}{I^{0.4}} \left(\frac{nL}{\sqrt{S}}\right)^{0.6}$$

Donde:
Ts: tiempo de viaje del flujo en lámina (min)
n: coeficiente de rugosidad
L: longitud del flujo (m)
I: Intensidad de la lluvia (mm/hr)
S: pendiente de la superficie (m/m)
Kc: coeficiente empírico (6.943)

Tiempo de viaje en condiciones de flujo concentrado
Después de las cortas distancias alrededor de 90 m. el flujo en lámina tiende a concentrarse en pequeños canales y proporcionalmente se va incrementando. Este se conoce como un flujo concentrado. La velocidad en dichos flujos se puede estimar utilizando una relación entre velocidad y pendiente de la siguiente manera:

$$Vc = kS_p{}^{0.5}$$

Donde:
Vc: velocidad (m/seg)
K: coeficiente de interceptación
Sp: pendiente longitudinal (%)

El tiempo de viaje en condiciones de flujo concentrado se calculó de la siguiente manera:

$$T_{FC} = \frac{L}{60Vc}$$

Donde:
Tfc: tiempo de viaje en flujo concentrado (min)
L: longitud del tramo en la que se desarrolla el flujo (m)
Vc: velocidad (m/seg)

Tiempo de viaje de flujo en canales y tuberías
La ecuación de Manning se puede emplear para determinar la velocidad promedio en tuberías y canales abiertos, y a partir d esta determinar el tiempo de viaje de la escorrentía en este sistema de drenaje.

$$Vp = \frac{C_o}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Donde:
n: coeficiente de rugosidad
Co: coeficiente de unidades, para el sistema SI Co=1 o USC=1.49
Vp: velocidad promedio en canales y tuberías (m/seg)
R: radio hidráulico (m)
S: pendiente longitudinal del canal (m/m)

El tiempo de viaje del flujo en canales y tubería se calcula de la siguiente forma:

$$Tp = \frac{L}{60Vp}$$

Donde:
Tp: tiempo de viaje en canales y tuberías (min)
L: longitud del tramo en la que se desarrolla el flujo (m)

Determinación de la Geometría de los canales
La geometría de los canales de recolección de aguas lluvias y su dimensionamiento varía de acuerdo al estudio hidrológico y el área de drenaje, sin embargo, se trata de homogenizar en lo posible con el fin de facilitar su proceso constructivo.

Velocidades en los canales de drenaje
En general, la velocidad mínima permisible está determinada por aquel valor que dicte la sedimentación de aquellos materiales producidos por el arrastre de la escorrentía superficial. Teniendo en cuenta la naturaleza típica de dichos materiales, en medios ambientes urbanos, se recomienda un valor para la velocidad mínima de 0,75 m/s

Por otro lado, la velocidad máxima en el canal de drenaje depende del caudal de diseño, del radio hidráulico y del material que conforman las paredes y el fondo del canal. Adicionalmente deben tenerse en cuenta los siguientes dos requisitos:

1. La velocidad máxima en los canales revestidos en concreto es de 5.0 m/seg, para otro tipo de revestimientos y en canales no revestidos, la velocidad máxima debe fijarse con base en el riesgo de erosión que pueda sufrir el canal, la cual depende del material en que este construido. Si la pendiente es elevada, debe diseñarse el canal de forma escalonada, para cumplir con los requisitos de velocidades máximas.
2. En general, los canales de entrega de caudales de aguas lluvias deben estar revestidos de algún tipo de material no erosionable.

En la siguiente tabla se dan algunos valores de referencia para velocidades máximas en canales revestidos:

Tabla 9. Velocidades máximas en canales revestidos (m/seg)

DISEÑO DE REDES EXTERNAS DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

El sistema de alcantarillado sanitario y pluvial se diseñó usando como herramienta un programa de cómputo con software en Excel 2007; a continuación, se presenta en forma general la metodología de cálculo hidráulico utilizada, y los demás criterios y parámetros normativos que se tuvieron en cuenta en este diseño, los cuales se pueden observar y verificar en detalle en las hojas de cálculo presentadas en el Anexo 1.

LOCALIZACIÓN DE COLECTORES

Las redes de alcantarillado sea este sanitario, pluvial o combinado deberán diseñarse sobre las vías públicas, en casos particulares en que esto no sea posible, se requerirá tramitar el correspondiente permiso de servidumbre.

Las siguientes son indicaciones respecto de la localización de colectores:

- Las redes de alcantarillado sanitario se localizarán en el costado izquierdo o derecho, en el centro de la media vía.
- Las redes de alcantarillado pluvial o combinado se localizarán en el eje de la vía.
- La distancia mínima horizontal entre alcantarillados, estará en función de los anchos permitidos para los diámetros de los colectores garantizando las condiciones de cimentación en zanja.
- Las cotas claves de los alcantarillados pluviales deberán estar 50 cm por debajo de las de los colectores sanitarios.
- Los sistemas de alcantarillado serán proyectados por debajo a la mayor distancia posible de las redes de agua potable.
- En el diseño de sistemas de alcantarillado separado se debe prever que la localización de los colectores permita la instalación sencilla de las respectivas conexiones domiciliarias.

PROFUNDIDAD DE LOS COLECTORES

Los colectores deben estar a profundidades que permitan el drenaje por gravedad de las posibles conexiones que hagan los usuarios que existan sobre el trazado. Respecto de las profundidades mínimas y máximas a las cuales deben ubicarse los sistemas de alcantarillado se tiene:

- Los valores mínimos permisibles de cubrimiento de los colectores medidos a la cota clave del colector se definen en la siguiente tabla y están dados para evitar la ruptura de éste, por acción de las cargas vivas y muertas que pueda experimentar.

Tabla 10. Profundidades mínimas de los Colectores

SERVIDUMBRE	PROFUNDIDAD A LA CLAVE DEL COLECTOR [m]
Vías peatonales o zonas verdes	0.75
Vías vehiculares	1.20

Fuente: Resolución 0330 de junio de 2017, tabla de Profundidades a las cotas claves del colector

Para profundidades menores a las aquí especificadas se debe justificar el tipo de cimentación y demás obras de protección a utilizar.

De acuerdo la norma la profundidad máxima de los colectores se debe revisar la cimentación y el tipo o clase de la tubería, con el fin de evitar fallas en la misma (rotura) por sobrecargas no contempladas.

CRITERIOS DE DISEÑO HIDRÁULICO

Generalidades

El flujo real dentro de un sistema de alcantarillado es en superficie libre, de tipo no permanente (variable en el tiempo) y no uniforme (variable en espacio), flujo que para su evaluación requiere el uso de herramientas computacionales de una complejidad importante; y además requiere que la topología de la red esté totalmente definida.

Por lo anterior antes de realizar un análisis hidráulico detallado, se debe dimensionar la red en cuanto a diámetros, pendientes y caídas, para posteriormente poder realizar la evaluación de funcionamiento hidráulico avanzado, y verificar que los flujos pueden ser conducidos sin ningún problema.

Este dimensionamiento se realiza con la metodología tradicional dada en La Norma CDMB, basado en un modelo de flujo permanente y uniforme, y por tanto aplicable la fórmula de Manning; este análisis se realiza en una hoja de cálculo de Excel. A continuación, se explica la metodología de dimensionamiento utilizada.

DIMENSIONAMIENTO DE LA SECCIÓN DEL CONDUCTO

En general, los tramos de un sistema de alcantarillado deben diseñarse a flujo libre por gravedad. Los cálculos para el dimensionamiento de la red se realizarán teniendo en cuenta hipótesis de flujo uniforme para los caudales de diseño estimados, con el diámetro real interno de la tubería.

Considerando que la ecuación de Darcy-Weisbach (Título D/16, Pg.123) es la ecuación físicamente basada para representar el flujo uniforme en diferentes tipos de ducto, y cubre todo el rango de flujo turbulento desde hidráulicamente liso hasta hidráulicamente rugoso, y combinando esta ecuación con la ecuación de Colebrook-White, es posible obtener la siguiente ecuación que relaciona el caudal que pasa por la tubería, bajo condición de flujo uniforme, como función de la rugosidad absoluta de la

tubería, del radio hidráulico de la sección transversal, de la viscosidad cinemática del agua y de la pendiente de la tubería:

$$Q = -2A\sqrt{(8g.R.S)} \cdot Log_{10}((Ks/(14.8R) + 2.51\,\upsilon/(4R\sqrt{(8g.R.S)})$$

Donde:
Q=Caudal de diseño [m3/s]
A = Área mojada [m2]
g = Aceleración de la gravedad [m/s2]
R = Radio hidráulico [m]
S = Pendiente longitudinal de la tubería [m/m]
Ks Rugosidad absoluta de la tubería [m] (ver tabla 13)
υ Viscosidad cinemática del agua [a 20oC es 1.007 x 10-6 m2/s]

Algunos criterios de dimensionamiento son:

- Teniendo en cuenta el transporte de solidos presentes en los alcantarillados pluviales o combinados, el diámetro mínimo será de 250 milímetros.
- De acuerdo con la Resolución 0330 de 2017, la relación máxima entre profundidad y diámetro de la tubería en los alcantarillados pluviales y combinados debe ser de 0.93

VELOCIDADES PERMISIBLES EN LOS CONDUCTOS

Velocidades Mínimas
Con el propósito de evitar que la acumulación y sedimentación de los sólidos transportados, en este diseño se chequearon los valores de velocidad mínima, teniendo en cuenta lo establecido en la Resolución 0330 de 2017, como se enuncia a continuación. La velocidad mínima real permitida es aquella que genera un esfuerzo cortante en la pared de la tubería mínima de 2.0 Pa.

Velocidades Máximas
Los valores máximos permisibles para la velocidad media en los colectores por gravedad dependen del material, en función de su sensibilidad a la abrasión. Los criterios respecto de los valores máximos de velocidad media son los siguientes:

La resolución 0330 de 2017: recomienda que la velocidad máxima real no sobrepase los 5 m/seg, determinada para el caudal de diseño.

Para alcantarillados pluviales se presenta la siguiente tabla que contiene valores típicos de velocidad máxima permisible para algunos materiales.

Tabla 11. Velocidades Máximas Permisibles

MATERIAL	VELOCIDAD MAXIMA PREMISIBLE [m/s]
Concreto reforzado	6.0
Polivinilo de cloruro (PVC)	10.0
Polietileno (PEAD)	10.0
Poliester reforzado con fibra de vidrio (GRP)	4.0
Concreto fundido in situ (box-culvert)	5.0

Fuente: Manual para el Cálculo de Alcantarillados MAED – 03 - EMPAS

COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE DARCY – WEISBACH (Ks)

El coeficiente de rugosidad absoluta "Ks" de la fórmula de Darcy-Weisbach, depende de las características del conducto. Para su adopción se pueden utilizar los valores determinados en las tablas presentadas a continuación de acuerdo con cada norma.

En concordancia con los materiales escogidos para el proyecto se asumió como coeficiente de rugosidad absoluta de Darcy-Weisbach igual a 1.5 x 10-6 el cual es recomendado por el fabricante de la Tubería de Cloruro de polivinilo. En la tabla a continuación se presentan los valores de coeficiente de rugosidad de Darcy- Weisbach "Ks" de acuerdo con la norma.

Tabla 12. Valores de Rugosidad Absoluta

MATERIAL DE LA TUBERIA	RUGOSIDAD ABSOLLUTA K_S [m]
Concreto reforzado (CR)	1.2×10^{-4}
Poliester reforzado con fibra de vidrio (GRP)	2.9×10^{-5}
Polietileno (PEAD)	7×10^{-6}
Polivinilo de cloruro (PVC)	1.5×10^{-6}

Fuente: Tabla B.6.29 Título B/10

PENDIENTE DEL CONDUCTO "S"

La pendiente de la batea del conducto se debe seleccionar de tal manera que se ajuste a la topografía del terreno. Sin embargo, el valor mínimo debe ser aquel que permita condiciones de auto limpieza, y el valor máximo aquel que no genere velocidades que estén por fuera de las especificadas en los rangos establecidos. En lo posible deben evitarse los cambios bruscos de la pendiente en los tramos de colectores.

Las pendientes de los colectores se definieron teniendo en cuenta la topografía del terreno, y respetando las normas de velocidad en colectores descritas anteriormente; ajustándose a los diferentes sectores particulares del trazado.

PERDIDAS DE ENERGÍA

La intersección de dos o más colectores debe hacerse mediante estructuras hidráulicas apropiadas, el diseño hidráulico de estas se basa en la determinación de las pérdidas de cabeza en la estructura, con el fin de estimar la cota batea del colector de salida. Este análisis es diferente dependiendo del tipo del régimen de flujo, como se presenta a continuación.

Régimen de Flujo
Se debe evitar las condiciones de flujo crítico en los conductos.

Para esto se calcula el Número de Froude utilizando la siguiente fórmula

$$F = \frac{V}{\sqrt{g * D}}$$

Dónde:
V: Velocidad media en metros por segundo
D: Profundidad hidráulica en metros
g: Aceleración de la gravedad en metros por segundos al cuadrado

Con el Número de Froude obtenido se establece si el régimen es Subcrítico o supercrítico. Para evitar flujo inestable en los conductos, el Número de Froude debe ser menor que 0.90 y mayor que 1.10.

Unión de colectores
La unión de dos o más tramos de colectores debe hacerse con estructuras hidráulicas apropiadas denominadas estructuras-pozo las cuales están comunicadas con la superficie mediante pozos de inspección. Es diseño hidráulico de estas estructuras depende del régimen del flujo de los colectores afluentes y del colector de salida.

Régimen Subcrítico

La energía específica en cualquier punto, respecto del fondo del conducto, estará determinada por la suma de la profundidad del agua y la carga de velocidad V2/(2*g), calculada con base en la velocidad real en el conducto.

Cuando dos o más colectores concurran a un mismo pozo, la cota de energía del colector que se origina en el mismo deberá ser menor que la de los colectores que llegan, para evitar remansos. Para materializar este concepto se calculará una caída en el pozo, H, que se obtendrá aplicando la siguiente fórmula:

$$H = E + 0.20 * (Hv - Hv1)$$

En donde:
E: Valor que resulta de restar a la energía específica del colector de salida, la energía específica del colector que llega más abajo
Hv: Carga de velocidad del colector de salida del pozo
Hv1: Carga de velocidad del colector que llega más bajo al pozo

En caso de que el valor de H sea negativo, lo cual implicaría teóricamente una elevación en el nivel del colector de salida, no se introduce ninguna caída ni elevación en la batea del colector de salida.

Régimen Supercrítico
Los conceptos de energía no son aplicables para este régimen. En este caso, los criterios generales son los siguientes:

Unión de Colectores sin Caída en la Estructura – Pozo
Para que la intersección de colectores se realice sin estructura de caída, deben cumplirse los siguientes conceptos hidráulicos.

a. La elevación de la superficie del agua en los colectores que llegan debe ser aproximadamente la misma. En casos especiales, las contribuciones laterales inferiores al 10% del Caudal Principal podrán llegar por encima del nivel de agua del colector de salida.
b. El máximo ángulo de intersección entre colectores principales se hará de acuerdo con la clasificación mostrada en la siguiente Tabla.

Tabla 13. Máximo Ángulo de Intersección entre Colectores Principales

Angulo (°) Grados	Diámetro del colector de salida (m)
90	Øs<0,25
75	0,25<Øs<0,36
60	0,36<Øs<0,53
45	0,53<Øs<0,91
15	Øs>0,91

Fuente: Normas Técnicas para Diseño de alcantarillados - CDMB

c. Cuando se unan 2 colectores cuyos diámetros equivalentes sean mayores o iguales a 1.00 m, la estructura de unión se hará por medio de la ecuación de Cantidad de Movimiento.

Estructuras Pozo de Unión con Caída
Este tipo de estructura se limita para caudales efluentes de la estructura menores de 5 m3/seg.

Se tienen 2 tipos de estructuras:

a. Estructura con cambio de dirección en el alineamiento menor de 15 grados o contribuciones laterales inferiores al 10% del caudal principal, se diseña una cañuela ajustada a las dimensiones de la tubería con el fin de que el flujo dentro de la estructura no sufra expansiones y las pérdidas dentro del pozo sean despreciables.
b. En casos diferentes, se hace necesario disponer la caída; se asume que la totalidad de la energía cinética del flujo se pierde y se comporta como una masa estacionaria y para salir del pozo debe pasar por el orificio formado por la tubería de salida, de tal forma que la elevación en el pozo no exceda las elevaciones de las láminas de agua de las tuberías que llegan a él.

Dependiendo del caudal y el diámetro de la tubería de salida, la entrada a ésta puede ser sumergida o no, teniéndose entonces, un procedimiento de cálculo diferente, resumido en las siguientes fórmulas:

i. Entrada no Sumergida

$$Hw / D = K * (Hc / D + He / D)$$

En donde,
Hw : Profundidad del agua
D : Diámetro interno de la tubería
c/D : Energía específica Yc + Vc / (2 * g) Yc y Vc son la profundidad y la velocidad para condiciones críticas, respectivamente
He : Incremento en cabeza debido a las pérdidas
K : Coeficiente que depende de la relación entre el diámetro del pozo y el diámetro de la salida

$$K = 1.20 \text{ para } Dp/D > 2$$
$$K = 1.50 \text{ para } Dp/D < 1.3$$

Para la aplicación de esta fórmula, la relación

$$Q / (D^2 * g*D) < 0.62$$

ii. Entrada Sumergida

$$Hw / D = K * (0.70 + 1.91 * (Q/ (D^2 * g*D))^2)$$

En este caso, la relación

$$Q / (D^2 * g*D) > 0.62$$

En algunos casos, estas caídas suelen ser de gran magnitud resultando sistemas antieconómicos; esto puede solucionarse aumentando el diámetro de entrada a la tubería aguas abajo del pozo ya que de esta forma se disminuye la elevación de la lámina de agua dentro del pozo, y por ende la caída en el mismo.

DIÁMETRO MÍNIMO

En las redes de recolección y evacuación de aguas lluvias, y principalmente en los primeros tramos, la sección circular es la más usual para los colectores. El diámetro nominal mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas lluvias es 250 mm.

CIMENTACIÓN DE LOS COLECTORES

De acuerdo con el ancho de excavación proyectado para la cimentación de un tramo de alcantarillado, la tubería a instalar puede encontrarse en condiciones de zanja o terraplén; siendo el primer caso la forma óptima de instalación de colectores.

En general, el ancho máximo que cumple con la condición de zanja se denomina ancho de transición, y puede ser evaluado en forma aproximada para cada diámetro, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$B = De + 0.40$$

Donde:
B: ancho máximo de la zanja en el extradós de la tubería (m)
De: diámetro exterior de la tubería (m)

No se recomienda construir anchos de zanjas superiores a los anteriores definidos, ya que la cimentación trabajaría en condiciones de terraplén y se aumentaría en forma considerable la carga transmitida a la tubería, requiriendo utilizar tuberías de mayor resistencia al aplastamiento o cimentaciones especiales que encarecen las obras de alcantarillado.

La noma ICONTEC 1259 define en forma global nueve (9) tipos básicos de cimentación de zanja, de las cuales esta consultoría recomienda utilizar los incluidos en el plano de detalles de instalación de tuberías.

Para los tramos con pendientes superior al 9%, se tiene establecido unas condiciones mínimas de instalación de tubería, debido a que se representan altas velocidades en el sistema de alcantarillado,

y se requiere, además, proporcionar estabilidad propia al colector. Esta protección consiste en atracar en concreto parcial o totalmente el tramo, de acuerdo al siguiente cuadro, el cual corresponde básicamente para tubería de concreto:

Tabla 14. Tipo de Cimentación en función de la Pendiente

Pendiente	Cimentación
9% al 15%	Tipo III se atraca 1 tubo cada 6.0 m
15% al 20%	Tipo III se atracará 1 tubo cada 4.0 m
20% al 25%	Tipo IV en toda su longitud
Mayor de 25%	Tipo V en toda su longitud

Fuente: Normas CDMB

El resumen de los rangos de atraque para otras tuberías (PVC), se encuentran definido en el plano general de detalles.

Tipos de Cimentación
Se definen seis (6) clases de cimentación

- Tubería colocada sobre una cama de material granular como: arena, piedra triturada, gravilla de rio, escoria, coral o recebo hasta con un 15% de arcilla. El tamaño máximo permitido de estos materiales debe ser de 20 mm (3/4 de pulgada). El material de relleno debe ser ligeramente compactado; las dimensiones de esta cama se especifican en los planos de cimentación.
- Tubería colocada sobre una cama de hormigón de resistencia a la compresión no menor de 140 kg/cm^2, de manera que soporte uniformemente el cuadrante inferior. El material de relleno debe ser muy bien compactado; las dimensiones de esta cama se especifican en los planos de cimentación.
- Tubería colocada como se describe anteriormente, pero llevando el hormigón hasta el arranque.
- Tubería embebida totalmente dentro del hormigón, de resistencia a la compresión no menor de 140 kg/cm^2, de manera que el recubrimiento del tubo en cualquier punto tenga un espesor mínimo de ¼ del diámetro interior o de 10 cm, escogiendo siempre el que sea mayor.
- Tubería colocada directamente en el fondo plano de la zanja. Esta cimentación exige compactar cuidadosamente el material de relleno. Solo debe hacerse en terrenos que ofrezcan condiciones óptimas de resistencia y con la autorización del interventor.
- Tubería colocada hasta el arranque en una cama de piedra triturada o gravilla de rio. El espesor por debajo de las rasantes debe ser mínimo 1/8 del diámetro exterior de la tubería ó 10 cm escogiendo el mayor. El material de relleno debe ser muy bien compactado; el espesor por encima de la corona debe tener un mínimo de 30 cm.

Colocación de la tubería
Colocados estos a un lado y a lo largo de la zanja, se deben examinar en forma visible todos los tubos que se encuentren defectuosos.

Colocación de la tubería en las zanjas se debe empezar a partir de los puntos más bajos y con el extremo del espigo en la dirección del flujo, cuando la tubería sea de espigo y campana. Los tubos deben ser cuidadosamente centrados, cumplir con la pendiente y con el alineamiento requeridos, además deben estar limpios y deben manejarse cuidadosamente para evitar roturas.

Cuando se trate de una tubería circula de hormigón reforzado con canastas elípticas se debe colocar esta de manera que el eje mayor de la elipse de la canasta quede en dirección horizontal, de acuerdo con las marcas colocadas en tubos por el fabricante.

Juntas
El acople de las juntas debe buscarse de acuerdo con las recomendaciones dadas por el fabricante.

Terminada la cimentación, se coloca material de relleno a lo largo de cada lado de la tubería para evitar desplazamientos en alineamientos y pendientes.

Para cualquier tipo de cama que utilice material de cimentación que no sea hormigón debe cumplir con la siguiente especificación: el material de cimentación debe ser triturado con 95% que pasa por el tamiz de 19.0 mm (No ¾ de pulgada) y 95% retenido en el tamiz de 4.76 mm (No 4). Si por cualquier razón no se puede utilizar material triturado se acepta material redondo.

Rellenos de Zanjas
La zanja debe estar libre de agua antes de hacer el relleno. Las zanjas y las excavaciones se deben rellenar inmediatamente se coloque la tubería. En el caso de las cimentaciones de hormigón, se debe esperar hasta que este fragüe lo suficiente para soportar el relleno.

El material de relleno debe ser de baja plasticidad, no puede contener escombros, desperdicios, o chatarra y no debe contener piedras de tamaño mayor de 5 cm, entre la cama y 30 cm por encima de la tubería, ni de tamaño mayor a 15 cm en los 60 cm por encima de este punto. Para rellenar el resto de la zanja debe usarse el mismo material que puede contener piedras de mayor tamaño, siempre que estas se coloquen separadas, de manera que no interfieran con el asentamiento del relleno.

El relleno debe compactarse hasta conseguir una densidad máxima, especificada según el uso que se le dé encima del relleno, obtenida mediante comprobación en laboratorio.

Cuando el material de relleno no es cohesivo, este debe vibrarse y apisonarse en capas no mayores de 15 cm de espesor.

Conexiones Domiciliarias
Para las conexiones domiciliarias de viviendas unifamiliares y edificaciones menores de tres pisos, la entidad únicamente autoriza una conexión domiciliaria por unidad habitacional o unidad no residencial y en forma independiente para los sistemas de alcantarillado separado. El diámetro mínimo de esta red deberá ser mayor o igual a 6 pulgadas y una pendiente de conexión superior al 2% entre la caja

domiciliaria y el sistema de alcantarillado garantizando que esta entrega sea desarrollada con un ángulo horizontal de 45° y con sistema de "Yee" o "Te" a la llegada al colector.

En multifamiliares y edificaciones mayores de tres pisos, la entidad autorizará la construcción de una conexión domiciliaria para cada tipo de alcantarillado proyectado, con el fin de atender varias unidades habitacionales, el diámetro de la red de conexión será justificado de acuerdo con la magnitud del caudal aportado al sistema de alcantarillado, pero no deberá ser en ningún momento inferior a 6 pulgadas. La entidad definirá si es necesario proyectar un pozo de inspección en el punto de entrega sobre el colector principal de alcantarillado.

SISTEMA DE ALCANTARILLADO PLUVIAL

CAUDAL DE DISEÑO

Para la estimación del caudal de diseño se utilizó el método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un coeficiente de escorrentía. La ecuación del método racional es

$$Q = C \times i \times A$$

Dónde:
Q: Descarga estimada en un sitio determinado en litros por segundo (lps).
C: Coeficiente de escorrentía.
I: Intensidad de la lluvia en litros por segundo por hectárea (lps/ha), para una duración igual al tiempo de concentración de la cuenca, y para una frecuencia o período de retorno determinado
A: Área de drenaje en hectáreas (ha)

De acuerdo con el método racional, el caudal pico ocurre cuando toda el área de drenaje está contribuyendo, y éste es una fracción de la precipitación media bajo las siguientes suposiciones:

- El caudal pico en cualquier punto es una función directa de la intensidad i de la lluvia, durante el tiempo de concentración para ese punto.
- La frecuencia del caudal pico es la misma que la frecuencia media de la precipitación.
- El tiempo de concentración está implícito en la determinación de la intensidad media de la lluvia por la relación anotada en el punto anterior.

El método racional es adecuado para áreas de drenaje pequeñas hasta de 700 ha como el caso que nos ocupa.

Para efecto de utilización de curvas de Intensidad, Duración, Frecuencia, la duración de la tormenta de diseño será igual al tiempo de concentración de la cuenca, definido como el tiempo de viaje del agua desde el punto más alejado hasta el punto de desagüe de la cuenca.

El tiempo de concentración mínimo, para tramos iniciales de alcantarillado sin sistemas afluentes, será igual a 10 minutos.

Período de Retorno

El periodo de retorno de diseño se determinó de acuerdo con la importancia de las áreas y con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan ocasionar a los habitantes, tráfico vehicular, comercio, industria, etc. La selección del periodo de retorno estuvo asociada entonces con las características de protección e importancia del área de estudio. En la siguiente Tabla. Se establecen valores de periodos de retorno o grado de protección.

Para efectos de diseño, el período o frecuencia de retorno del aguacero de diseño se seleccionará de acuerdo con los criterios indicados a continuación.

Tabla 15. Períodos de Retorno

Características del área de drenaje	Recomendado (años)
Tramos iniciales en zonas residenciales con áreas tributarias menores de 2 ha	3
Tramos iniciales en zonas comerciales o industriales, con áreas tributarias menores de 2 ha	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias entre 2 y 10 ha	5
Tramos de alcantarillado con áreas tributarias Mayores de 10 ha	10
Canales abiertos que drenan áreas menores de 1000 ha	50
Canales abiertos en zonas planas y que drenan áreas mayores de 1000 ha	100
Canales abiertos en zonas montañosas (alta velocidad) o a media ladera, que drenan áreas mayores a 1000 ha	100

Fuente: RAS, Resolución 0330 de 2017

La Norma para Diseño de Alcantarillados en áreas menores a 2 hectáreas y en zonas residenciales, permite el uso de la curva IDF para periodos de retorno de 3 años. Para una duración de 10 min usando las curvas de la figura, determinamos que la intensidad es ***145.20 mm/hr..***

Áreas de Drenaje

La extensión y el tipo de áreas tributarias se determinaron para cada tramo por diseñar. El área aferente incluyó el área tributaria propia del tramo en consideración expresado en hectáreas (ha). Las áreas de drenaje se determinaron por medición directa en planos, y su delimitación fue consistente con el diseño arquitectónico, el área de drenaje de agua lluvia es proveniente de las cubiertas y terrazas del proyecto.

Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía es función del tipo de suelo, la impermeabilización de la zona, la pendiente del terreno, y otros factores que determinan la fracción de lluvia que se convierte en escorrentía. Para el área metropolitana de Bucaramanga se adoptarán los siguientes valores:

Tabla 16. Coeficientes de Escorrentía

SECTOR	COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C)
1. Cubiertas	0.90
2. Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0.90
3. Zonas comerciales o industriales	0.90
4. Vías adoquinadas	0.85
5. Desarrollo residencial con casas contiguas y predominio de zonas duras	0.75
6. Desarrollos residenciales multifamiliares con bloques contiguos y zonas duras entre ellos	0.75
7. Desarrollos residenciales unifamiliares con casas contiguas y predominio de jardines	0.60
8. Residencial con casas rodeadas de jardines	0.50
9. Desarrollos residenciales multifamiliares considerablemente separados, con jardines	0.45
10. Laderas sin vegetación	0.60
11. Áreas recreacionales con predominio de zonas verdes, cementerios tipo jardines y laderas con vegetación	0.3

Fuente: Tabla D.4.7 Título D/16

Nota:
Debido a que la zona es cubiertas y superficies de concreto se adopta el ***coeficiente de 0.90***

Curvas de Intensidad – Frecuencia – Duración

La intensidad de la lluvia se determinó con las curvas de intensidad - duración - frecuencia, o de aguaceros equivalentes en función del período de retorno. Estas curvas se presentan en la figura, en donde se expresa la intensidad en litros por segundo por hectárea (L/s/ha) y la duración en minutos.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA INSTALACIONES PLUVIALES

Estas especificaciones reseñan las calidades y normas técnicas que deben cumplir los materiales, equipos, instalación, dirección y operación técnica necesaria para acometer las instalaciones correspondientes a redes sanitarias y afines, que con los planos se integran a la ejecución total de proyecto en referencia.

GENERALIDADES

A continuación, se detallan los requisitos mínimos que deben cumplir la instalación, construcción y/o montaje de instalaciones sanitarias con el fin de garantizar el funcionamiento correcto de los mismos. El contratista deberá ceñirse estrictamente a las normas y reglamentos técnicos vigentes y a los planos elaborados por el Diseñador para la ejecución de las actividades de obra.

En caso de divergencia, cualquiera que ella fuere, entre las especificaciones y los planos, el asunto deberá ser sometido al estudio del interventor cuyo concepto será definitivo.

Cuando sobre la base de las condiciones de ejecución de las actividades, el Contratista estime conveniente alguna modificación a los planos o especificaciones, someterá a la consideración del Interventor los planos y estudios correspondientes.

CÓDIGOS Y REGLAMENTOS

Los trabajos e instalaciones de los diferentes elementos y componentes (tuberías, aparatos y equipos etc) que conforman el sistema hidráulico y sanitario que ejecute el contratista en esta obra, deben ceñirse a las especificaciones aquí consignadas, a las reglas vigentes de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado del municipio, a los reglamentos estipulados en el Código Colombiano de Fontanería, NORMAS ICONTEC (en especial NTC 1500), al Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento RAS 2000 y a los requisito ambientales del caso. Dichos reglamentos y normas aplicarán como si estuvieran escritas en estas especificaciones.

RECIBO FINAL DE LAS OBRAS

Las instalaciones sanitarias y afines se recibirán de acuerdo a los términos establecidos en el contrato, funcionando y en perfectas condiciones para funcionamiento, servicio, operación y mantenimiento.

INSTALACIONES EN GENERAL

Pases para Tuberías
Todas las tuberías instaladas cuyas derivaciones tengan que cruzar los muros o estructuras para llegar a los cuartos de utilización, estarán provistas de pases de tubos, colocados en el sitio donde cada tubo hace su cruce con el muro o con la estructura. Lo anterior, aunque en los planos no esté indicado.

El diámetro de los pases de tubo, para las tuberías debe tener mínimo el diámetro exterior del tubo que pasa, más una pulgada.

Redes
Las instalaciones hidro-sanitarias (red de suministro de agua y red sanitaria o de desagüe, colectores de aguas lluvias, reventilaciones) utilizaran las tuberías de cloruro de polivinilo, tipo PAVCO o similar, de la mejor calidad y que cumplan con las exigencias de las normas técnicas ICONTEC.

Se revisará y probará con agua cada tubo, y se chequeará cada accesorio antes de ser instalado, para asegurarse que no presente fugas ni defectos de fabricación perjudiciales para el buen funcionamiento.

No se permitirá el taponamiento de las fisuras que puedan presentar las tuberías y accesorios, con ninguna sustancia. Cualquier material que se instale estando defectuoso, tendrá que ser desmontado y cambiado a costa del contratista.

Redes Sanitarias
La instalación para desagües sanitarios, bajantes y ramales horizontales hasta las cajas de inspección se ejecutarán en tuberías y accesorios de cloruro de polivinilo PVC Sanitaria, marca PAVCO o similar, de calidad debidamente aprobada; las tuberías entre cajas por fuera de los edificios podrán ejecutarse con tuberías de cloruro de polivinilo PVC corrugado.

Las instalaciones para desagües de lluvias en cubierta, incluyendo bajantes y los colectores horizontales de las mismas, desde la entrega de los bajantes hasta las cajas de inspección o hasta el canal receptor, según el caso, se ejecutarán con tuberías de cloruro de polivinilo PVC marca PÀVCO o similar con calidad aprobada; las tuberías entre cajas por fuera de la edificación se podrán ejecutar en tuberías de polivinilo PVC corrugado.

Las pendientes mínimas para ramales horizontales hasta 4" serán del 2%.

Las bocas de los desagües tanto para los aparatos como en las prolongaciones de los bajantes deberán permanecer debidamente taponadas en el tiempo de su instalación, ya sea con tapones de prueba o con niples aplanados en la parte superior.

Excavaciones para Instalaciones de Tuberías

Las excavaciones de zanjas para la instalación de tuberías y para la construcción de sus obras auxiliares o complementarias como cajas de inspección, cajas de paso, cámaras de inspección se harán hasta los límites y elevaciones mostradas en los planos, calculadas de acuerdo a los niveles, replanteamiento y pendientes correspondientes, previa autorización del interventor.

Cuando en el fondo de la excavación se encuentre un suelo inadecuado para la cimentación, el interventor podrá ordenar su reemplazo por material seleccionado y el posterior relleno hasta la cota de fundación y autorizará los pagos correspondientes al contratista.

El ancho de la zanja depende del diámetro de la tubería que se va a instalar, con el objeto de proporcionar un ancho adecuado para realizar el correcto apisonamiento que debe realizarse a ambos lados del tubo.

Diámetro (pulgadas)	Ancho de Zanja (metros)
4	0.50
6	0.60
8	0.80

Por tanto, estas dimensiones no deberán modificarse en ningún caso.

Rellenos Sobre Tuberías
Una vez instalada, probada y recibida la tubería por parte del interventor, se procederá a cubrirla. No antes.

El material de relleno será el aprobado por el interventor y/o el técnicamente recomendado por Norma (RAS), en todo caso deberá ser suelto, libre de piedras, de material orgánico, o materiales cortopunzantes, muy especialmente los 10 cm por encima de la clave del tubo, el cual igualmente se colocará a ambos lados de los tubos en capas no mayores de 0.15 metros y su compactación se hará evitando el desplazamiento o rotura del tubo.

Pruebas y Ajustes
Se revisará y probará con agua cada tubo, y se chequeará cada accesorio antes de ser instalado, para asegurarse que no presente fugas ni defectos de fabricación perjudiciales para el buen funcionamiento.

No se permitirá el taponamiento de las fisuras que puedan presentar las tuberías y accesorios, con ninguna sustancia. Cualquier material que se instale estando defectuoso, tendrá que ser desmontado y cambiado a costa del contratista.

Toda tubería, accesorio y demás, instalado, deberá ser debidamente protegido a fin de prever cualquier daño, golpe o rotura a causa de las actividades propias de las obras que en el sitio se desarrollan. En caso de presentarse dicho inconveniente, el elemento deberá ser desmontado y cambiado a costa del contratista.

El Contratista deberá realizar todas y cada una de las pruebas requeridas hasta dejar en servicio la totalidad de los sistemas, para lo cual deberá obtener el aval (parcial y total) del interventor o supervisor, quien verificará lo correspondiente al procedimiento y resultados obtenidos, de lo cual dejará constancia escrita.

Lo anterior no implica necesariamente el recibo total o parcial de las obras o instalaciones probadas.

El agua para las pruebas será suministrada por el contratista. Todas las tuberías han de ser probadas, tanto las tuberías que hayan de quedar incrustadas dentro de las placas como las tuberías que van a quedar colgadas.

En el caso de que al hacer las pruebas se comprobare que hay escapes, fugas o roturas del material, deben corregirse inmediatamente, cambiando los tubos y accesorios correspondientes. Las pruebas se repiten hasta no encontrarse ningún escape.

Soportes
Las tuberías por buitrones de servicio serán sujetas a la estructura con soportes (platinas de 1" x 3/16") especialmente fabricadas de acuerdo al detalle que debe presentar el contratista de instalaciones al

interventor para su correspondiente aprobación, en caso de que en los planos no se presente dichos detalles.

Estos soportes permitirán graduar la pendiente, y deberán cumplir con las recomendaciones técnicas pertinentes al ambiente corrosivo del lugar, de manera que se pueda garantizar su durabilidad.

Las tuberías verticales deberán anclarse cada 2.00 metros, igualmente con abrazaderas que cumplan con las recomendaciones anteriores según el caso y el lugar.

En general, la distancia entre un soporte y otro estará dada por las recomendaciones técnicas del fabricante del material a utilizar, que para tuberías tienen la siguiente aproximación:

Diámetros	Distancias en metros
2"	1.50
3"	1.50
4"	2.00
6"	2.00

Longitudes de Tubos
En todos los lugares donde la obra lo permita, se colocarán tubos de longitud completa y sólo se admitirán tubos cortados donde la naturaleza del trabajo así lo exija.

Pendientes
Todas las tuberías en posición horizontal, tanto entre las placas como las colgadas de ellas, deben tener pendientes no inferiores al 1%, salvo que los planos indiquen algo diferente, debiendo ser mayores en aquellos sitios donde la obra lo permita.

Desagües
Los desagües verticales dentro de los muros (lavamanos, lavaplatos, etc), se harán con tubería de PVC de diámetro no inferior a 2", instalada desde los colectores horizontales al nivel de piso, en el sitio indicado por los planos.

Bajantes de Aguas Negras
Deben ser construidos en materiales de las mismas especificaciones de calidad referencia para tuberías PVC sanitaria, no podrán ser inferiores a 4" de diámetro.

Cajas de Inspección
En el sistema de desagüe del proyecto se contemplan cajas de inspección que se presentan en la planta general de desagües sanitarios.

Las cajas de inspección serán construidas de ladrillo tolete. El interior será revestido con pañete de mortero 1:2 impermeabilizado integralmente de 2 cm de espesor. La tapa será de concreto reforzado con marco y contramarco en ángulos de acero.

- Revisar los planos de redes sanitarias para localizar los puntos donde deben ir las cajas de inspección.
- Romper el piso con pica y pala según las dimensiones y profundidad de la caja.
- Pisar con un pisón el fondo de la caja para asegurarse de tener una superficie lisa y nivelada.
- Para cimentar la caja de inspección, el fondo de la excavación se cubrirá con una capa de material seleccionado recebo B400 compactado, no menor a 20 cm.
- Sobre la capa de recebo compactado, se funde una de concreto de 17 Mpa, reforzada con una malla electrosoldada. El espesor de 5 a 7 cm.
- Con ladrillo tolete común se realizan las paredes de la caja, uniendo ladrillo por ladrillo con mortero de 1:4 y 2 cm de espesor de pega
- El ladrillo debe colocarse por hiladas de abajo hacia arriba en el contorno de la caja hasta alcanzar el nivel superior de esta.
- La forma de colocación del ladrillo debe ser en soga o tabique.
- Luego de tener el fondo y paredes de la caja, estas se pañetan con mortero de 1:4 con un espesor de 2 cm, si es posible se le agrega al mortero de pañete un impermeabilizante para evitar posibles filtraciones.
- La superficie interior de la caja debe ser esmaltada con pasta de cemento puro.
- Los ángulos o cambios de cara se frisan en forma redondeada o de media caña.
- La base de la caja se hace en concreto simple de mezcla 1:2:3 con un espesor de 10 cm y solado de espesor 5 cm, con cañuela semicircular de profundidad igual a 2/3 del diámetro del tubo que sale.
- El piso de las cajas debe tener una pendiente mínima del 5% hacia las cañuelas y se esmaltara con pasta cemento puro en fresco.

Sistema de Re-ventilación

Todas las tuberías de desagüe horizontal para aguas negras tendrán tuberías de Re-ventilación colocadas al pie de las bajantes, y en la prolongación posterior del tramo horizontal saliendo a la atmósfera sobre el techo.

Cuando en los planos se indiquen Re-ventilación de ramales interiores o de aparatos, se instalará al lado de la conexión de desagüe, con el brazo de 45º por encima del piso, desde el cual se saca la tubería de Re-ventilación hacia el montante o hacia el techo, según sea el caso, pasando, por un lado, en forma que no interfiera con gabinetes, jaboneras ni otros elemento o accesorios.

Todos los tubos de Re-ventilación rematarán en el techo a un mínimo de 0.30 m de del nivel de la cubierta con un sifón invertido. Todas las tuberías de ventilación y Re-ventilación para los desagües estarán sujetas enteramente a todas las normas de calidad, fabricación, armada, soportes y demás requisitos de trabajo, excepto los de prueba, indicados para las demás tuberías.

Sistema de Desagüe

Como sistema de desagüe se considerara a las instalaciones o red sanitaria construida en PVC SANITARIA, con los diámetros indicados en los planos y con materiales de buena calidad, direcciones y pendientes especificadas para evacuar el aguas residual desde cualquier aparato (lavamanos, sanitario, lavaplatos, rejilla etc.), pasando por tuberías y cajas de paso o registros de inspección, hasta la conectar al sistema de disposición final correspondiente, incluyendo las reventilaciones propias del sistema.

Prueba

A la tubería PVC SANITARIA se le realizará la prueba estanqueidad, la cual consiste en ponerle agua y dejarla en reposo durante un periodo mínimo de cuatro horas, la cual deberá ser verificada, aprobada y recibida por el interventor.

Antes de cubrir todas las arañas, se probarán llenándolas con una columna de agua de 2 metros. En caso de presentarse fugas en la tubería, accesorio o unión de tubo con accesorio, este deberá desmontarse y reemplazarse por uno nuevo, para luego repetir la operación de prueba. Las bajantes y redes colgantes de desagües se llenarán paralelamente con su prolongación y no se desocuparán hasta tanto no se hayan terminado la mampostería y los pañetes

Antes de montar los aparatos se deberán efectuar pruebas de flujo de agua tanto en las redes de agua potable como en la red de suministro de aguas lluvias y la red de desagües.

En el caso de que al hacer las pruebas se comprobare que hay escapes deben corregirse inmediatamente, cambiando los tubos y accesorios en caso de fugas o rotura del material. Las pruebas se repiten hasta no encontrarse ningún escape.

ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA ALCANTARILLADOS PLUVIALES

Localización y replanteo

Consiste en la localización, nivelación, control y medición de las obras por ejecutar, realizadas por medio de una comisión de topografía, siguiendo las referencias del proyecto y con la previa aprobación del INTERVENTOR, de tal manera que ocupen la posición indicada con relación a las edificaciones existentes y a los accidentes topográficos.

Se entiende por comisión de topografía aquel grupo humano que, con el apoyo del equipo topográfico convencional de precisión, esté en capacidad técnica de realizar las labores de que trata esta especificación.

El CONTRATISTA deberá evaluar el costo del personal, materiales y equipos solicitados en los formatos de Análisis de Precios Unitarios que hacen parte de los Pliegos de Condiciones, teniendo en cuenta que el replanteo, control y medición de la obra se hará durante todo el plazo del Contrato y que la utilización de la comisión de topografía podrá ser exigida por la INTERVENTORIA en cualquier momento.

La aprobación por parte del INTERVENTOR a los trabajos topográficos no releva al CONTRATISTA de su responsabilidad al cometer errores de localización o nivelación en uno o varios tramos de la obra.

La localización del proyecto se apoyará en los sistemas altimétricos y planimétricos suministrados por la INTERVENTORIA.

El error de cierre en centímetros para la nivelación no debe ser superior a la raíz cuadrada de la longitud de la línea de nivel, expresando dicha longitud en kilómetros.

Medida

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance atrás anotado se hará por metros cuadrados

Manejo de aguas

Esta especificación se refiere al manejo de las aguas de cualquier origen, (residuales, subterráneas, superficiales, etc.), durante la ejecución de los diferentes trabajos especificados en esta sección. El trabajo comprende el suministro de todos los medios, materiales, mano de obra y equipo necesarios para mantener libres de agua las obras en ejecución.

El Contratista deberá suministrar, instalar y operar toda la maquinaria, la tubería, los aparatos y los equipos necesarios para mantener las excavaciones razonablemente libres de agua durante las construcciones y deberá drenarlas de acuerdo con las instrucciones del Interventor. El Contratista deberá tener disponibles, en todo tiempo, suficientes equipos de bombeo y maquinarias en buenas condiciones de trabajo para todas las contingencias que puedan presentarse y dispondrá también, en todo momento, de operarios y mecánicos competentes para su operación. Además, deberá suministrar todos los medios necesarios para llevar agua a las bombas para su cebamiento y operación correctos.

El Contratista deberá ejecutar todas las obras provisionales y trabajos que sean necesarios para desaguar y proteger contra inundaciones las zonas de construcción de las obras, las zonas de préstamo y demás zonas donde la presencia de aguas afecte la calidad o la economía de la construcción o la conservación de las obras.

El Contratista deberá mantener continuamente estas condiciones de trabajo, durante el tiempo que sea necesario a juicio del Interventor. En los bancos de préstamo las mencionadas obras deberán evitar su inundación o encharcamiento, aún después de concluida su explotación.

Las zanjas y todas las excavaciones deben mantenerse totalmente libres de agua durante la colocación de las tuberías, y hasta el momento en que el concreto, o el mortero, o el material para juntas hayan fraguado totalmente.

Movimiento de Tierra
Excavación en material común con entibado de 2.51 a 5m
Excavación en material común sin entibado de 0 a 2.5 m
Excavación en material común sin entibado de 2.51 a 5m
Excavaciones en conglomerado Excavación en roca.

Que habla de las diferentes excavaciones que se nos pueden presentar en obra, y que tienen el mismo objeto y el mismo alcance.

Las zanjas deberán excavarse a lo largo de los alineamientos y según las secciones y rasantes que se indiquen en los planos o las que autorice por escrito el INTERVENTOR.

Las excavaciones de zanjas para alcantarillado no deben llevarse más allá de 50 metros del punto en donde se haya construido el colector, a menos que el INTERVENTOR autorice lo contrario por escrito. Cuando se trate de reposiciones, la longitud permitida de excavación se definirá durante la construcción, de acuerdo con las condiciones que determinen las redes de servicios públicos existentes en la zona, de tal forma que la excavación que se permita no ocasione deterioro por exposiciones prolongadas o las haga susceptibles a daños por accidentes.

El CONTRATISTA será totalmente responsable por la seguridad del entibado, por cualquier hundimiento del terreno vecino a la excavación, por los daños a las estructuras existentes, por los métodos de excavación y por el control de aguas.

Profundidad de Excavación
Las excavaciones a máquina deben llevarse hasta una profundidad máxima de 0.20 metros por encima de la cota de excavación final, para permitir la terminación de la zanja a mano hasta el nivel especificado de cimentación.

En el caso de encontrarse roca en el fondo de cimentación, ésta debe excavarse mínimo 0.20 metros por debajo de la superficie de apoyo inferior de las tuberías prefabricadas.

Ancho de Excavación para Zanjas
El ancho de excavación para las zanjas será siempre igual al especificado en los planos para cada diámetro, clase de tubería. La tolerancia nunca debe ser mayor de ± 5% del ancho especificado en los planos o el que autorice por escrito el INTERVENTOR. El exceso determinado de acuerdo con esta especificación será tratado como sobreexcavación.

En el caso de excavaciones de zanjas no previstas en los planos, se adoptará un ancho igual al diámetro exterior de la tubería más 0.40 m, previa autorización del INTERVENTOR.

Taludes en las Zanjas
En general, los taludes de las zanjas serán verticales para tuberías. Cuando porque se presenten indicios de inestabilidad, o por conveniencias de construcción, sea necesario tender los taludes de las zanjas, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Los taludes de las zanjas podrán ser más suaves que el vertical desde 30 cm por encima del extradós superior del tubo hacia arriba, siempre y cuando no se afecte la estabilidad de las edificaciones vecinas, ni se intercepten servicios públicos.

Sin embargo, la zanja deberá ser rigurosamente vertical entre el fondo de cimentación y la altura correspondiente al extradós superior de los tubos, más 30 cm, en todos los casos.
El cambio de los taludes de las zanjas especificados en los planos deberá ser aceptado por escrito por el INTERVENTOR, antes de su ejecución, mediante un acta aprobada por el Subdirector Técnico, en la cual se fijen los nuevos taludes de las zanjas y se califique si la modificación es por conveniencia del CONTRATISTA (sobreexcavación) o por inestabilidad del terreno (obra adicional).

Estabilidad Entibados protección de zanjas
Cuando el CONTRATISTA considere indispensable entibar una excavación para preservar la estabilidad de las áreas vecinas a la zanja, o para prevenir accidentes de sus propios trabajadores y poder adelantar en forma apropiada la excavación, deberá solicitar la autorización del INTERVENTOR para el respectivo entibado, presentándole esquemas detallados del sistema que se propone emplear.

El INTERVENTOR deberá autorizar por escrito los entibados, cuando a su juicio sean indispensables para ejecutar las excavaciones, señalando claramente las abscisas y profundidades entre las cuales aprueba entibar la zanja. Cuando el INTERVENTOR considere que el trabajo puede avanzar satisfactoriamente sin necesidad de hacer entibados, o éstos pueden reemplazarse por otras precauciones y medidas que deben efectuarse por cuenta del CONTRATISTA, como un eficiente control de aguas, negará su autorización.

En cualquier caso, el CONTRATISTA será el único responsable por cualesquiera daños o perjuicios que se produzcan con motivo de los trabajos, si a juicio de la INTERVENTORIA hubiere podido prevenirlos o evitarlos en alguna forma, de manera que la no autorización para entibar, no releva al CONTRATISTA de las responsabilidades que sobrevengan por efecto de derrumbes y/o deslizamientos.

Objeto
Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la ejecución tanto de las excavaciones, y la construcción de entibados que sean necesarios para la construcción de las obras.

Alcance de los Trabajos

a. La presente especificación da normas para las siguientes clases de excavación:
   - Excavaciones en zanja
   - Excavaciones en zanja para alcantarillado, con o sin entibados
   - Excavaciones para la cimentación de estructuras, rellenos, etc.

b. Los siguientes trabajos se considerarán implícitamente incluidos dentro del alcance de las excavaciones:
   - Control de aguas durante todo el proceso de construcción de la obra.
   - Los trabajos correspondientes al uso de explosivos
   - La reparación de conexiones domiciliarias y redes de servicios públicos que se dañen los trabajos de excavación de zanjas para alcantarillados.
   - -La adecuada disposición de los materiales.

Normas de Construcción
Las siguientes disposiciones mínimas deberán tenerse en cuenta en todo tipo de excavaciones:

1. Las operaciones de excavación se harán respetando en un todo las dimensiones indicadas en los planos u ordenadas por el INTERVENTOR
2. El INTERVENTOR, si lo considera del caso, podrá modificar las líneas y taludes de excavación por solicitud del CONTRATISTA. Si se aprueba la solicitud del CONTRATISTA, el INTERVENTOR debe hacerlo por escrito, mediante un acta aceptada por el Subdirector Técnico, en la cual se fijen los nuevos límites de excavación, se indiquen las razones de tal modificación y se califique si la cantidad adicional de excavaciones se considerará como sobreexcavación o como obra adicional.
3. Las excavaciones para cimentaciones deben llevarse hasta obtener un piso de cimentación que satisfaga al INTERVENTOR, aunque el nivel así obtenido sea inferior al indicado en los planos.
4. El CONTRATISTA debe tomar todas las precauciones necesarias para controlar la estabilidad de los taludes de excavación, así como de los terrenos vecinos.
5. La sobre excavación será sufragada a su costa por el CONTRATISTA, así como el relleno posterior que sea necesario ejecutar, de acuerdo con las indicaciones del INTERVENTOR y los materiales escogidos por éste.

Relleno con material seleccionado
Relleno en material común

Esta especificación comprende las exigencias mínimas para la construcción de terraplenes y de rellenos en los sitios indicados en los planos y los ordenados por el INTERVENTOR.

Esta sección comprende los siguientes trabajos:

1. Suministro en obra de materiales para rellenos en zanjas y en terraplenes
2. Conformación y compactación de rellenos en zanjas y en terraplenes
3. Conformación de rellenos en zanjas y en terraplenes.
4. Preparación del terreno de cimentación.

Materiales

Los materiales que se utilicen para los trabajos de esta especificación se clasificarán así:

Material Común

Se denominará material común el material proveniente de excavaciones o bancos de préstamo, el cual debe estar libre de escorias, desperdicios, materias vegetales, suelos caracterizadamente orgánicos y piedras de diámetro mayor al especificado más adelante. Los materiales para los rellenos y terraplenes, antes de ser transportados al sitio de utilización, deberán someterse a la aprobación del INTERVENTOR

Material Seleccionado

Se denominará material seleccionado al proveniente de zonas diferentes a los sitios de excavación de la obra, constituido por una mezcla densa de grava y arena, con un contenido de material que pase al tamiz No.200, no menor del 5% ni mayor del 15%. El material seleccionado debe estar libre de materia orgánica, y en general, cualquier material objetable a juicio del INTERVENTOR.

El material seleccionado deberá someterse a la aprobación del INTERVENTOR antes de ser transportado al sitio de utilización.

Material granular para cimentación de tubería

Se denomina así a aquel material proveniente de zonas diferentes a los sitios de excavación de la obra, y que se ajuste a los siguientes límites de gradación:

Diámetro de Tubería	Tamiz	% que pasa
>75 cm	¾"	10 – 95
<75cm	½"	100 - 95
Todos	No 4	20
Todos	No 200	<5

La densidad máxima seca del material deberá ser mayor de 1.7 ton/m3, el material granular utilizado en la cimentación de tuberías deberá estar libre de material objetable a juicio del INTERVENTOR.

Cimentación de Rellenos en Zanjas

La superficie inferior de las zanjas, especificada en los planos o la ordenada por el INTERVENTOR, se compactará a la densidad óptima correspondiente al contenido de humedad propio del material, previa evacuación de las aguas lluvias o freáticas almacenadas en la zanja.

Normas de Construcción

Las normas de construcción de terraplenes y rellenos que se describen a continuación tienen el carácter de generales. Cuando para una determinada obra se requieran especificaciones de

construcción diferentes a las aquí estipuladas, se consignarán en los respectivos planos y primarán sobre las normas indicadas en el presente numeral.

Construcción de Rellenos
En material común
El material común que se especifique para rellenos o terraplenes compactados se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 30 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 10 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando rastrillo de discos u otro equipo similar; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. Una vez que se compruebe que el contenido de humedad y las condiciones del material de una capa son satisfactorias, se procederá a la compactación con el equipo apropiado, a juicio del INTERVENTOR, hasta obtener una densidad entre el 95% y el 110% de la máxima densidad seca obtenida en el ensayo Proctor Standard.

El material que se especifique para rellenos o terraplenes semicompactados, se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 40 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 15 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando rastrillo de discos u otro equipo similar; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. Una vez que se compruebe que el contenido de humedad y las condiciones del material de una capa son satisfactorios, se procederá a la compactación con el equipo apropiado, a juicio del INTERVENTOR, hasta obtener una densidad entre el 80% y el 85% de la máxima densidad seca obtenida en el ensayo Proctor Standard.

El material que se especifique para rellenos o terraplenes conformados se extenderá en capas sensiblemente horizontales menores de 50 centímetros de espesor compactado. Antes de compactar cada capa, se procederá a retirar los granos mayores de 20 centímetros y a desmenuzar los terrones orgánicos que pueda haber en los materiales, utilizando para ello el mismo equipo con el que se realice la conformación; en caso de que no sea posible la destrucción de estos grumos, deberán retirarse del relleno o terraplén. La compactación del relleno o terraplén será la producida por la maquinaria en el proceso de conformación.

En material seleccionado o granular
El material seleccionado se extenderá en capas sensiblemente horizontales de 20 centímetros de espesor compactado. Una vez se compruebe que el contenido de humedad y los materiales de una capa son satisfactorios, se procederá a la compactación con un equipo apropiado, a juicio del INTERVENTOR, hasta obtener una densidad relativa mínima del 70%.

Medida
La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance de la presente especificación se hará en el sitio de construcción del relleno o del terraplén, utilizando el método de promedio de las áreas extremas entre estaciones de 20 metros, o las que se requieran según la naturaleza de la obra, tomadas antes

y después de ejecutados los trabajos, dentro de los alineamientos dados en los planos o los aprobados por el INTERVENTOR.

La unidad de medida será el metro cúbico con aproximación a un decimal de material compactado y/o conformado en el sitio de la obra.

Si hubiere necesidad de mezclar materiales de diferentes lugares de procedencia, para obtener el tipo de material especificado en el relleno o terraplén, se medirá el volumen total de material mezclado y compactado y se calculará la cantidad de éste que corresponda a cada lugar de procedencia, teniendo en cuenta la proporción en que intervino en la mezcla.

En la medida no se incluirán volúmenes adicionales causados por descuidos del CONTRATISTA, por deficiencia en el control de aguas, o por derrumbes y hundimientos que él hubiere podido evitar, a juicio del INTERVENTOR.

Retiro de escombros y sobrantes de excavación
Este trabajo comprende el suministro de toda la mano de obra, equipo y materiales necesarios para ejecutar la operación de retiro de basuras y escombros existentes en el área de construcción, a juicio del INTERVENTOR, y/o se especifique su retiro en los planos o en el formulario de cantidades aproximadas de obra y precios del Contrato.

Construcción
La operación de retiro escombros podrá ser efectuada, indistintamente, a mano o mediante el empleo de equipos mecánicos; sin embargo, esta operación deberá efectuarse, invariablemente, en forma previa a los trabajos de construcción en las áreas afectadas por las basuras y escombros, y con la anticipación necesaria para no entorpecer el normal desarrollo de las obras.

Disposición de materiales
Todos los materiales provenientes del retiro de escombros de las áreas de construcción deberán colocarse fuera de ellas; de no ser esto posible, el CONTRATISTA los dispondrá en sitios seleccionados por el INTERVENTOR, de tal manera que no interfieran los trabajos de construcción que deben ejecutarse posteriormente.

Si durante las operaciones de retiro de basuras y escombros de las áreas de construcción, se observa que hay en ellas materiales aprovechables, éstos deberán ser colocados en los sitios que indique el INTERVENTOR, y serán de propiedad del MUNICIPIO. El CONTRATISTA no podrá utilizar dichos materiales sin la autorización previa del INTERVENTOR.

Los daños y perjuicios a propiedad ajena, producidos por operaciones inadecuadas en la ejecución del retiro de basuras y escombros o por una disposición errada de los materiales, serán de responsabilidad del CONTRATISTA.

La medida de los trabajos ejecutados bajo el alcance de la presente especificación se hará en el sitio del botadero de escombros, utilizando el método de promedio de las áreas extremas entre estaciones

de 20 metros, o las que se requieran según la naturaleza de la obra, tomadas antes y después de ejecutados los trabajos, dentro de los alineamientos dados en los planos o los aprobados por el INTERVENTOR.

La unidad de medida será el metro cúbico con aproximación a un decimal de basuras y escombros retirados.

Tubería
El suministro e instalación de tubería de PVC
El trabajo que se especifica en este Capítulo comprende la instalación de las tuberías y accesorios y de toda la mano de obra, equipos, herramientas y demás materiales que sean necesarios para completar la instalación de las diversas tuberías y accesorios.

Los tubos y accesorios serán manejados cuidadosamente para evitar agrietamientos y roturas. Por ningún motivo las tuberías y accesorios se dejarán descargar volcados desde los camiones de transporte o al bajarlos a las zanjas.

Materiales
Los materiales para estas tuberías serán de PVC y fabricadas bajo la norma técnica colombiana 3721.
Manejo de Tuberías
Cada sección de tubería deberá ser cuidadosamente inspeccionado por el CONTRATISTA y el INTERVENTOR. Todas las piezas que se encuentren defectuosas antes de su colocación deberán ser reparadas o reemplazadas según lo ordene el INTERVENTOR. Serán por cuenta del CONTRATISTA todos los gastos de reparación o de sustitución de tubos que se dañen durante las operaciones de colocación.

Las tuberías deberán limpiarse cuidadosamente y montarse libres de aceite, lodo o cualquier material que impida el correcto empalme de los elementos. Los tubos de diámetro superior a 1016 mm. (40") se levantarán y manejarán con grúa; no se permitirá arrastrarlos o rodarlos. El aparejo de izamiento deberá colocarse alrededor del tubo y nunca en las bocas del mismo; la parte del aparejo que quede en contacto con la superficie del tubo deberá tener una superficie de tamaño y textura adecuados para no causar daño a las tuberías. El INTERVENTOR deberá aprobar los procedimientos que se usen para la movilización de las tuberías.

Instalaciones de Tuberías
Las tuberías se colocarán exactamente en la posición indicada por las líneas y pendientes mostradas en los planos o establecidas por el INTERVENTOR. Cuando se suspenda la colocación de tubería, las extremidades abiertas deberán cerrarse con un tapón a prueba de agua, y tomarse todas las precauciones necesarias para evitar la flotación de la tubería en caso de que entre el agua a la zanja. El tapón deberá permanecer en su sitio hasta cuando el agua haya sido extraída de la zanja. No se permitirá dejar uniones sin terminar completamente, al suspender la jornada de trabajo. Ninguna tubería deberá colocarse mientras, en opinión del INTERVENTOR, las condiciones de la zanja no sean adecuadas. La cimentación y atraque de las tuberías y el relleno de las zanjas se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en los planos para cada caso.

El CONTRATISTA, en general, seguirá las normas y recomendaciones del fabricante para la instalación de cada tipo de tubería, en especial lo que se refiera a la forma de ejecutar las uniones entre tramos de tubería y con los accesorios.

Almacenamiento
Para su almacenamiento en la obra, la tubería debe soportarse horizontalmente en toda su longitud. Si se dejan a la intemperie, los tubos y los accesorios deberán cubrirse con polietileno o papel encerado. La soldadura líquida no debe someterse a extremos de calor o frío y debe almacenarse en un lugar ventilado ya que la soldadura es inflamable. El tarro de soldadura debe permanecer cerrado, excepto cuando se esté aplicando la soldadura.

La unidad de medida para la tubería PVC será el metro lineal efectivo, suministrado, instalado y debidamente hechas las pruebas hidráulicas.

Concretos
El fondo de las zanjas se excavará hasta las elevaciones especificadas en los planos o por el INTERVENTOR. No se permitirá que la superficie inferior de la tubería quede localizada a menos de 20 cm de un suelo rocoso.

Cimentación de Tuberías
Las tuberías se cimentarán sobre material granular o concreto de acuerdo con lo siguiente:
Cuando las tuberías se cimenten sobre concreto, por exigencia de los planos o porque las condiciones locales modifiquen las hipótesis de carga de la tubería a juicio del INTERVENTOR, se construirá primero una capa de base del espesor especificado en los planos, se lo dejará endurecer lo suficiente para resistir, sin deformarse o fracturarse, la instalación de la tubería, y luego se colocará cuidadosamente una capa de concreto formando una cañuela de dimensiones apropiadas, ajustadas al diámetro del tubo, y con un espesor máximo igual a 1/4 del diámetro interior de la tubería.

La cimentación de las tuberías con concreto se construirá de acuerdo con lo especificado en la sección INSTALACION Y DESMONTE DE TUBERIAS.

Atraque de las tuberías
El relleno de atraque que se colocará alrededor de las tuberías y sobre el material de cimentación, se ejecutará en un todo de acuerdo con lo especificado en el numeral para material seleccionado.

Cuando la pendiente en el tramo de tubería sea menor al 9%, se coloca un colchón de arena de 10cm, enseguida se coloca la tubería y de rellena en arena hasta 15cm por encima del tubo.

Cuando lo especifiquen los planos o las condiciones locales exijan aumentar el factor de carga y pendiente de la tubería a juicio del INTERVENTOR, se construirá un bloque de concreto, reforzado o no, con un ancho igual a 1.25 veces el diámetro exterior de la tubería más 20 cm y una altura igual a 1.25 veces el diámetro interior de la tubería medido sobre el diámetro horizontal de la misma. El concreto que se utilizará en esta clase de atraque se construirá en un todo de acuerdo con la

especificación CONCRETO. El relleno que se construirá alrededor y sobre el bloque de concreto de atraque será seleccionado y se colocará a mano y se apisonará cuidadosamente. En esta clase de atraque el relleno de cimentación deberá llevarse hasta el diámetro horizontal de la tubería.

La cimentación y el atraque de tuberías, ejecutado con material granular y seleccionado respectivamente, se medirán de acuerdo con lo estipulado en el numeral SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ATRAQUES EN ARENA.

La cimentación y el atraque de tuberías ejecutados con concreto para pendientes mayores al 9% se medirán de acuerdo con lo estipulado en el numeral SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ATRAQUES EN CONCRETO DE 2000PSI

Pozos de Inspección
Construcción de Pozos de Inspección
Esta especificación se refiere a la construcción de pozos, cajas, sumideros y estructuras de separación de caudales utilizando la mampostería de ladrillo. El trabajo comprende el suministro de toda la planta, materiales, mano de obra, y demás elementos embebidos para la construcción de estructuras de pozos, cajas, sumideros y muros, de acuerdo con los planos y lo ordenado por el INTERVENTOR.

Mampostería de ladrillos
El espesor de los muros de ladrillo de todas las estructuras estará indicado en los planos de construcción respectivos. No se permitirá la colocación de mampostería de ladrillo sobre fundaciones de concreto, sino tres días después de que dichas fundaciones hayan sido vaciadas, a menos que en el concreto se haya incorporado un acelerante de fraguado aprobado por el INTERVENTOR. Cuando dicho acelerante sea cloruro de calcio en proporción del 2%, la colocación de los muros puede comenzar después de 36 horas del vaciado del concreto.

Toda la mampostería deberá colocarse a plomo y estrictamente de acuerdo con los alineamientos indicados en los planos. Las hiladas deberán quedar niveladas y exactamente espaciadas, con las esquinas bien definidas y a plomo y tendidas en tal forma que las juntas en cada una se alternen con las de las hiladas adyacentes.

Todos los ladrillos deberán mojarse antes de su colocación e irán apoyados en toda su superficie sobre capas de mortero y con juntas de extremos y de lado hechas simultáneamente y de espesor no inferior a 1 cm, ni superior a 1.25 cm. Las superficies ocultas que vayan adosadas a obras de concreto o a prefabricados, deberán irse rellenando con mortero a medida que vayan siendo colocadas las diferentes hiladas.

Las caras y juntas deberán dejarse ásperas a fin de asegurar una buena adherencia del pañete de mortero. Debe tenerse especial cuidado en dejar al ras las uniones de la superficie interior de las estructuras en ladrillo. En todos los casos, la obra debe hacerse con una ligazón buena y completa de acuerdo con los detalles de los planos. Toda la obra de terminación reciente debe protegerse contra daños y si la calidad normal de la misma fuera alterada por cualquier causa y en cualquier momento,

el CONTRATISTA deberá corregir tal irregularidad en forma satisfactoria, reemplazando la parte defectuosa si es necesario.

A menos que el INTERVENTOR ordene otra cosa, toda la obra de terminación reciente y no cubierta inmediatamente con tierra, deberá mantenerse húmeda, rociándola con agua, hasta que el mortero haya fraguado y desaparezca el peligro de que se agriete con el sol.

Las paredes interiores de las estructuras de ladrillo deben pañetarse con mortero con el fin de obtener superficies lisas e impermeables sobre la mampostería de ladrillo.

Para la construcción de cámaras de inspección en ladrillo, éste se colocará radialmente sobre una cama uniforme de mortero, teniendo en cuenta que la anchura de las juntas interiores del ladrillo colocado en esta forma no pase de 1 cm.

Siempre que ello sea necesario, los muros recién colocados deben soportarse y acodalarse hasta que se haya obtenido el fraguado necesario para lograr la resistencia especificada.

Al terminar el trabajo, todas las concavidades de las juntas de mortero defectuosas deben resanarse.

Para pegar el ladrillo, el mortero consistirá de una parte en volumen de cemento y dos partes en volumen de arena.

El mortero para pañetes consistirá de una parte en volumen de cemento y dos partes en volumen de arena.

El ladrillo deberá estar constituido por material arcilloso de buena calidad y debe ser recocido.

Todos los ladrillos que se empleen en las obras deben estar completos, con aristas rectas y sin desportilladuras y deben producir un sonido claro y resonante cuando se les golpee uno contra otro; su calidad debe ser uniforme y se someterán a la aprobación del INTERVENTOR antes de utilizarlos en la obra; sus caras serán superficies rectangulares cuyas dimensiones serán aquellas que se muestren en los planos con una tolerancia de más o menos 1 cm.

Todos los ladrillos se ajustarán a los requisitos de la especificación ASTM, designación C-62.

Cuando los planos especifiquen que algunos tramos o secciones de las estructuras en mampostería de ladrillo se deban ejecutar con ladrillo perforado, se utilizarán los ladrillos indicados en los planos, colocados de acuerdo con las normas anteriormente indicadas, con la excepción de que estos tramos y secciones no llevarán ningún tipo de pañete.

Las estructuras antes mencionadas se medirán como UNIDAD (UND) construida.

En esta medida se incluirán el precio de todos y cada uno de los materiales utilizados en la construcción de la estructura, tales como ladrillo, concretos, morteros y acero de refuerzo.

Los elementos embebidos dentro de los muros, tales como tubería y accesorios de PVC, de gres, etc., se medirán de acuerdo con lo estipulado en las secciones correspondientes.

Requisitos de la Mezcla
Las mezclas de concreto deberán diseñarse y el concreto deberá controlarse dentro de los siguientes límites:

Contenido de Cemento
El contenido de cemento en la mezcla será de tal forma que el concreto cumpla con las condiciones especificadas en el diseño de la mezcla.

Para cumplir este propósito, el CONTRATISTA deberá chequear constantemente el diseño de la mezcla con base en los ensayos.

Agua
El contenido total de agua en el concreto no deberá exceder de 54 litros por cada 100 kilos de cemento en la mezcla.

Asentamientos
El asentamiento no deberá ser mayor de 10 cm., a menos que el INTERVENTOR lo autorice por escrito.

Relación de Agregado finos al total de Agregados
La relación de agregados finos al total de agregados, con base en los volúmenes de sólidos, deberá ser:

Tamaño Agregado Grueso	Relación Mínima	Relación Máxima
13 mm	0.40	0.55
19 mm	0.35	0.50
25 mm	0.30	0.46

Fraguado Inicial
El fraguado inicial, determinado según el ensayo de ICONTEC 890, deberá ocurrir 5 ½ o 1 hora después de efectuada la mezcla

Aditivos
La aplicación de los aditivos, en relación con el método y el tiempo de añadirlos, estará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de manera que se cumpla con estas especificaciones.

Formaleta
La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alineamientos y las dimensiones que se muestran en los planos. Las formaletas deberán cumplir con la norma ACI 347

Mezclado de Concreto
El concreto se preparará en mezcladoras de concreto adecuadas para el tipo de obra y volumen a fundir, garantizando una distribución uniforme de todos los materiales en toda la masa. El CONTRATISTA deberá tener en la obra por lo menos otra unidad de suplencia.

Los agregados y el cemento se medirán por peso. El agua se medirá por peso o por volumen e incluirá la humedad superficial y el agua libre contenida en los agregados que entran en la mezcla. El medidor de agua deberá tener una exactitud del 1%. La cantidad de agua requerida para mantener una relación agua-cemento constante, deberá ajustarse frecuentemente a fin de compensar cualquier variación en el contenido de humedad de los agregados.

El concreto se mezclará sólo en las cantidades que se requiera para uso inmediato. No se deberá usar ningún concreto que haya iniciado fraguado o que se haya mezclado con más de 20 minutos de anterioridad.

Después de que todos los materiales estén en el tambor, la carga se deberá mezclar durante un período no menor de 2 ½ minutos a fin de asegurar una mezcla uniforme y homogénea. Antes de colocar los materiales dentro del tambor de la mezcladora, para la carga siguiente, todo el contenido de la mezcla precedente deberá haberse vaciado.
En caso de emergencia, verbigracia, una falla en la mezcladora se deberá mezclar con la unidad de suplencia suficiente concreto para completar el trabajo que se esté ejecutando hasta una junta de construcción.

No se permitirá la adición de agua a la mezcla una vez que ésta haya salido de la mezcladora.

Consistencia
En general, la consistencia de las mezclas de concreto deberá ser adecuada para las condiciones en que se van a colocar. Esta deberá ser tal que:

- El mortero se adhiera al agregado grueso
- El concreto sea lo suficientemente fluido, como para que no se segregue al transportarlo.
- Al sacarlo de la mezcladora, al mortero no se le vea agua libre.
- Al vaciarlo, el concreto deberá asentarse en su lugar; deberá deslizarse y no fluir cuando se le lleve a su lugar por medio de canaletas que formen un ángulo de 30° con la horizontal.
- La capa superior del concreto ya fraguado debe tener una película de cemento en la superficie, pero no deberá estar exenta de lechada.
- El resultado de la prueba de asentamiento deberá ser uniforme.

Colocación
Los límites de cada fundida de concreto deberán ser establecidos por el CONTRATISTA y aprobados por el INTERVENTOR. Dentro de estos límites el concreto deberá ser colocado en una operación continua y en el caso de muros, no podrá transmitirse vibración a través del acero o la formaleta al concreto colocado en la parte inferior que haya entrado en proceso de fraguado inicial, de tal forma

que se deberán utilizar los métodos, la maquinaria y el personal necesarios para lograr la colocación del concreto en un tiempo máximo de tres horas.

Antes de la colocación del concreto, las formaletas, el refuerzo, los sellos y demás elementos embebidos deberán ser asegurados firmemente en su posición correcta; se deberán retirar todos los desperdicios, agua y salpicaduras de concreto del sitio en donde se colocará el concreto; todo el trabajo deberá ser aceptado por el INTERVENTOR antes de que comience la fundida del concreto.

Colocación del Concreto
Todo el concreto se depositará en capas aproximadamente horizontales, continuas, adecuadas para una captación efectiva; sin embargo, la profundidad de una capa no deberá exceder 60 cm. Cada capa de concreto deberá ser plástica cuando se cubra con la capa siguiente y las formaletas deberán llenarse a una rata vertical no menor de 60 cm. por hora.
Compactación
Tan pronto como el concreto haya sido colocado en las formaletas, se lo deberá compactar usando vibradores mecánicos aprobados, aplicados directamente al concreto. Deberá hacerse uso además de varillas y paletas, para compactar el concreto vecino a, o en las esquinas de las formaletas, y el que rodea al acero de refuerzo o los elementos empotrados. Los vibradores mecánicos deberán usarse de manera que se tengan por lo menos 9.000 ciclos por minuto cuando estén sumergidos dentro del concreto. Cada vibrador deberá ser movido por un motor de más de 1.5 HP. El número y tipo de los vibradores deberá ser aprobado por el INTERVENTOR.

A fin de garantizar la compactación de cada capa antes de la colocación de la próxima, sin interrupción o demoras en el vaciado, se habrá de tener un número suficiente de vibradores en cada frente de la obra.

Los vibradores se aplicarán al concreto en el punto en donde éste se deposite y en el área del concreto recién depositado. El concreto se colocará a intervalos cortos para evitar el hacerlo fluir demasiado. El vibrador deberá penetrar en la capa colocada inmediatamente anterior a la que se esté colocando, pero sin atravesarla.

Si se notare combadura o asentamiento de las formaletas mientras se está colocando el concreto, la operación de colocación se interrumpirá hasta tanto se haya hecho la debida corrección.
En el colocado del concreto no se permitirá el uso de práctica alguna que tienda a provocar separación o segregación de los materiales, tal como dejar caer el concreto desde alturas mayores de 2.00 metros, sin el uso de una canal cerrada y articulada (Trompa de elefante) u otros medios aprobados.

Curado
El concreto deberá protegerse de pérdidas de humedad por lo menos 7 días después de colocado; todas las superficies de concreto se protegerán de la lluvia fuerte, el agua corriente y de los elementos mecánicos que puedan hacer daño.

El curado de concreto deberá hacerse por métodos que conserven las superficies de concreto durante un período especificado.

Curado con Agua
Las superficies del concreto deberán ser saturadas con agua tan pronto como sea posible, después del fraguado inicial del concreto. La rata de aplicación del agua deberá regularse para dar un cubrimiento completo a la superficie con una escorrentía mínima.
Cuando se dejen las formaletas en su sitio para el curado, se mantendrán húmedas todo el tiempo para evitar la abertura de sus juntas y el secado del concreto. El agua del curado debe ser limpia y debe cumplir las mismas condiciones que el agua con que se prepara el concreto.

La unidad de medida será la UNIDAD de estructura construida.

Domiciliarias
Los trabajos a realizar de acuerdo con la presente especificación comprenden lo siguiente:

- La construcción de nuevas conexiones domiciliarias en los sitios indicados en los planos o donde el INTERVENTOR lo ordene, de acuerdo con los diseños y especificaciones dadas en los planos.

Los trabajos de que trata la presente especificación serán medidos de la siguiente manera:

- Las conexiones domiciliarias serán medidas por unidad, teniendo en cuenta que su longitud promedio sea hasta 5.00 metros.
- La reparación de conexiones domiciliarias existentes que destruya el CONTRATISTA por deficiencias en los métodos constructivos no será medida puesto que sus costos deben estar incluidos en los precios unitarios analizados por el CONTRATISTA para el ítem CONEXIONES DOMICILIARIAS.

Varios
Demolición de Pavimentos
Los trabajos incluidos en esta especificación consisten en la realización de todas las operaciones para efectuar la rotura de pavimentos de concreto o lajas (rocas), en aquellas calles pavimentadas en donde es necesario efectuar excavaciones para la construcción de colectores y de estructuras para el alcantarillado, de acuerdo con los alineamientos consignados en los planos, o los ordenados por el INTERVENTOR.

Trabajos por Ejecutar
La rotura de los pavimentos deberá hacerse por medios mecánicos que no causen destrozos al resto de la calle, los cuales deben ser sometidos a la aprobación del INTERVENTOR antes de ser utilizados. El ancho de la zona por romper no podrá ser mayor del ancho máximo fijado en los planos para las excavaciones de acuerdo con el tamaño de los tubos, o el ancho que fije previamente el INTERVENTOR. Si el CONTRATISTA excede estos anchos especificados, el exceso de rotura, disposición, excavación, los rellenos y reparaciones correrán por su cuenta.

El espesor que se indique, tanto para la rotura de pavimento rígido, se refiere al espesor del hormigón asfáltico, entendiéndose ésta como la losa de concreto.

Los materiales de desperdicio, provenientes de estos trabajos, deberán ser dispuestos en las zonas de botadero aprobadas por el INTERVENTOR, paralelamente al avance de dichos trabajos. Si el CONTRATISTA no cumple con esta especificación, el INTERVENTOR puede ordenar la remoción de estos materiales de desperdicio y los costos que esto implique correrán por cuenta del CONTRATISTA.

La rotura de pavimentos se medirá siguiendo el eje especificado en los planos y en un ancho igual al especificado en los mismos para la excavación de las zanjas, o el ordenado por el INTERVENTOR, tomando como unidad de medida el METRO LINEAL con aproximación a un decimal.

Conformación de Pavimento Rígido

Los trabajos incluidos en esta especificación consisten en la realización de todas las operaciones para efectuar la reparación de los pavimentos de concreto o lajas (piedra labrada), en aquellas calles pavimentadas en que sea necesario efectuar excavaciones para la construcción de colectores y de estructuras para el alcantarillado, de acuerdo con los alineamientos consignados en los planos o los ordenados por el INTERVENTOR. Se deja claramente establecido que esta norma no tiene aplicación en la construcción de pavimentos nuevos.

La reparación de pavimentos rígidos está referida a la estructura cuya carpeta de rodadura es de concreto y estará sujeta a la clasificación definida para pavimentos de tipo flexible.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los diseños Hidrosanitarios como el componente Hidráulico, se realizaron siguiendo las normas de Colombia, se entregan documentos técnicos como planos, memorias de Diseño, Anexos de Diseño, Especificaciones Técnicas, los cuales deben ser consultados y desarrollados en la obra sin omitir su contenido, modificaciones sustanciales en el proceso de obra deben ser consultadas al diseñador Pluvial.

- La tubería de la red Pluvial no se deberá ubicar al interior de las placas de pisos de tipo estructural, esta tubería se deberá ubicar fuera de los elementos estructurales de la edificación, esto con el fin de evitar daños en el componente estructural de la edificación.

- Las redes de recolección de aguas lluvias no debe ser conectadas en la red de alcantarillado sanitario al interior de la Institución Militar, se deberán ubicar por separado.

- Se recomienda solicitar a la empresa de servicios públicos del municipio el respectivo acompañamiento de las instalaciones de conexiones pluviales de la red de Alcantarillado Pluvial o Canales de recolección de Aguas lluvias en inmediaciones de la nueva construcción.

- Se deben seguir las recomendaciones y especificaciones presentadas en los planos de diseño pluvial, si requieren cambios en la proyección sanitaria, se debe informar al ingeniero Diseñador Hidráulico del proyecto para su respectiva verificación.

- Las especificaciones técnicas se encuentran incluidas en las especificaciones técnicas generales del proyecto.

ANEXOS: MEMORIAS DE CÁLCULO

1.Areas de Cubierta
2.Canales de Cubierta
3.Bajantes Aguas Lluvias

ANEXOS: PLANOS DE DISEÑO

01.DISCEP SAS_2024_BATALLON_SALA OPERACIONES_PLU_VA-01
01.DISCEP SAS_2024_BATALLON_SALA OPERACIONES_PLU_VA-02

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **LUIS MARIO DURAN GONZALEZ**, identificado, debidamente titulado de **INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA**, e inscrito con matrícula profesional **No. 68202-302094 STD** otorgada por el Consejo Profesional Nacional de Ingeniería, presento **MEMORIAS DE DISEÑO HIDROSANITARIO, ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SALA DE PLANEAMIENTO DE OPERACIONES DE APOYO AÉREO BUCARAMANGA – SANTANDER.**

En consecuencia, asumo la responsabilidad por el estudio, diseño y análisis de mi trabajo, y exonero a la entidad contratante de las fallas que pueda presentar el mismo, por consiguiente, si se presenta algún error en el proceso constructivo no aplicara este memorial de responsabilidad.

Certifico que el proyecto, expresado en el informe, memorias técnicas y/o en los planos adjuntos, cumple con las disposiciones de la normativa sectorial vigente.

Atentamente,

_____
LUIS MARIO DURAN GONZALEZ
INGENIERO CIVIL
ESPECIALISTA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIEMTAL

ANEXOS DE DOCUMENTOS PROFESIONALES


REPÚBLICA DE COLOMBIA

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

MATRÍCULA PROFESIONAL No.
68202-302094 STD
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 23/04/2015
LUIS MARIO
DURAN GONZALEZ
C.C. 91510981
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER

PRESIDENTE CONSEJO

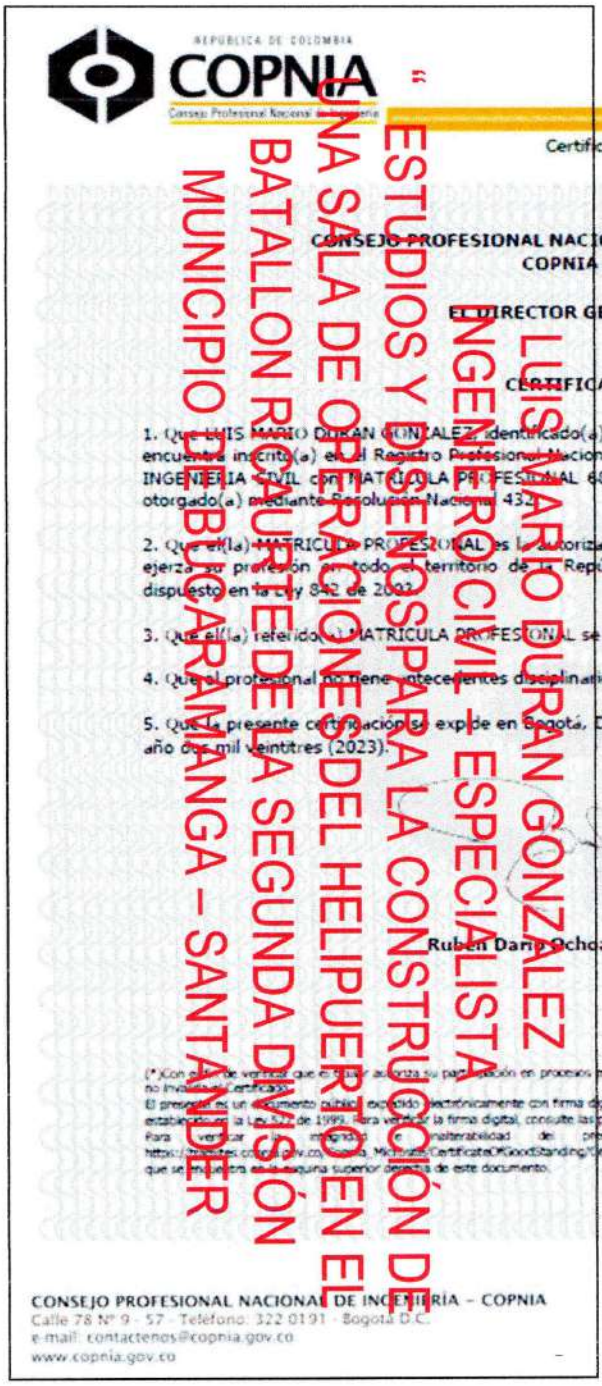
PROYECTO: "ESTUDIOS Y DISEÑO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE SALA DE OPERACIONES DEL HELIPUERTO DEL BATALLON RICAURTE DE LA SEGUNDA DIVISIÓN DEL EJERCITO DE COLOMBIA", MUNICIPIO DE BUCARAMANGA - SANTANDER

Diseño:
LUIS MARIO DURAN GONZALEZ
Ingeniero Civil
Especialista Agua y Saneamiento Ambienta

Firma: _____
FECHA: NOVIEMBRE


REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA
91510981
NUMERO
DURAN GONZALEZ
APELLIDOS
LUIS MARIO
NOMBRES
FIRMA

LUIS MARIO DURAN GONZALEZ
INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA
"ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA SALA DE OPERACIONES DEL HELIPUERTO EN EL BATALLON RICAURTE DE LA SEGUNDA DIVISION MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – SANTANDER



REPUBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-1995688

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que LUIS MARIO DURAN GONZALEZ identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 91510981, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-302094 desde el 23 de Abril de 2015, otorgado(a) mediante Resolucion Nacional 432.

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 uno (01) días del mes de Mayo del año dos mil veintitres (2023).

Ruben Dario Ochoa Arbeláez

Firma del titular (*)

(*)Con esta firma 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/Tramites/MisTramites/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicando el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA – COPNIA
Calle 78 N° 9 - 57 - Teléfono: 322 0191 - Bogotá D.C.
e-mail: contactenos@copnia.gov.co
www.copnia.gov.co

LUIS MARIO DURAN GONZALEZ
INGENIERO CIVIL - ESPECIALISTA
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE
CUNA SALA DE OPERACIONES DEL HELIPUERTO EN EL
BATALLON RICAURTE DE LA SEGUNDA DIVISIÓN
MUNICIPIO BUCARAMANGA – SANTANDER

UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN

PERSONERÍA JURÍDICA RESOLUCIÓN No. 4974 DEL 29 DE DICIEMBRE DE 2004
DEL MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL

ACTA DE GRADO No. 328 LIBRO No. 24 FOLIO No. 71

EL SEÑOR RECTOR DE ACUERDO A LO DISPUESTO EN EL ARTÍCULO
24 DE LA LEY 30 DEL 29 DE DICIEMBRE DE 1992 Y
CONFORME A SUS FACULTADES ESTATUTARIAS, CONSIDERANDO QUE:

Luis Mario Duran Gonzalez

C.C. No. *91510981 de Bucaramanga*

CUMPLIÓ SATISFACTORIAMENTE TODOS LOS REQUISITOS EXIGIDOS
POR LOS ACUERDOS Y REGLAMENTOS DE LA ENTIDAD
RESUELVE OTORGARLE EL TÍTULO DE:

Especialista en Aguas y Saneamiento Ambiental

EN NOMBRE Y REPRESENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD MANUELA BELTRAN, UMB
Y PREVIO EL JURAMENTO DE RIGOR, EL SEÑOR RECTOR PROCEDIÓ
A LA ENTREGA DEL DIPLOMA QUE LE ACREDITA PARA EL EJERCICIO DE SU PROFESIÓN
DE CONFORMIDAD CON LA LEGISLACIÓN VIGENTE

EN TESTIMONIO DE LO ANTERIOR SE FIRMA Y SELLA LA PRESENTE ACTA DE GRADO
EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ, D.C.
ES FIEL COPIA DEL ORIGINAL Y TOMADO A LOS 22 DIAS DEL MES SEPTIEMBRE DE 2017

RECTOR

DIRECTOR REGISTRO Y CONTROL ACADÉMICO

DIRECTOR DE PROGRAMA

SECRETARIO GENERAL

No. 05092

LUIS MARIO DURAN GONZALEZ
INGENIERO CIVIL – ESPECIALISTA
" ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA SALA DE OPERACIONES DEL HELIPUERTO EN EL BATALLON RICAURTE DE LA SEGUNDA DIVISIÓN MUNICIPIO DE BUCARAMANGA – SANTANDER

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Castillo A. Luis. Instalaciones Sanitarias de edificaciones, 2 Edición, Lima, Editorial Macro, 2014.

Harper Enríquez. Cálculo de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales, residenciales y Escenarios Deportivoses, 1 Edición Ciudad de México, Editorial Limusa, 2011.

Ibáñez, P. William. Diseño de instalaciones hidráulicas, sanitarias y pluviales en edificaciones, Universidad Industrial de Santander. 2013.

López, C. Ricardo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. 2 edición, Bogotá, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003

Normas Técnicas del Acueducto Metropolitano de Bucaramanga AMB, Bucaramanga, 2005.

Norma Técnica Colombiana, Código Colombiano de Fontanería, NTC 1500 3 Actualización, Bogotá, 2010.

Pérez C. Rafael. Instalaciones hidrosanitarias, de gas y de aprovechamiento de aguas lluvias en edificaciones 7 Edición, Bogotá, Editorial ECOE Ediciones, 2015.

Pérez C. Rafael. Diseño y construcción de Alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras. ECOE ediciones, 2013

RAS 2000. Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección General de Agua y Saneamiento Básico, Bogotá, 2000

Rodríguez D. Héctor A. Diseños hidráulicos, sanitarios y de gas en edificaciones, 1 Edición, Bogotá, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2011.

Rodríguez D. Héctor A. Drenaje urbano elementos de diseño drenaje urbano no convencional, 1 Edición, Bogotá, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, 2013.

Saldarriaga Juan. Curso de redes hidrosanitarias y contra incendios en edificaciones componentes y aspectos de diseño, Seminario, Bogotá, Universidad de los Andes y PAVCO, 2003.

Saldarriaga Juan. Hidráulica de tuberías abastecimientos de agua, redes y riegos, 3 Edición, Bogotá, Editorial Alfaomega, 2016.

Zambrano, A. Napoleón. Recolección de aguas residuales. Lemoine Editores. Bogotá, 2015