Villavicencio, 23 de octubre de 2023

Señores: Consorcio Espacios Deportivos.
Villavicencio, meta

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD DE REDES HIDROSANITARIAS PARA LAS INSTALACIONES QUE COMPONEN EL PROYECTO "ACUEDUCTO DE ESCENARIOS DEPORTIVOS EN EL PARQUE SIKUANI DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META.

Por medio de la presente yo, Frank Rodriguez Sanabria, identificado con Cedula de Ciudadanía N. 1032390839 de Cucuta - Norte de santander, Ingeniero Civil con matrícula profesional N. 25202-243348 expedida por el consejo profesional nacional de ingeniería " COPNIA". Manifiesto mi responsabilidad en el diseño de redes Hidrosanitarias para el mejoramiento del parque SIKUANI del municipio de Villavicencio del departamento del Meta.

Atentamente,

Frank Rodriguez

FRANK RODRIGUEZ SANABRIA
Ingeniero Civil
Especialista Hidráulico
MP. 25202-243348

ADECUACIÓN DE ESCENARIOS DEPORTIVOS EN EL PARQUE SIKUANI MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META.

MEMORIA DE DISEÑO DE REDES HIDROSANITARIAS

Contenido

1.	OBJETIVOS	3
1.1	Objetivos Específicos	3
2.	NORMATIVA	3
3.	DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	4
3.2	Descripción del Proyecto	5
4.	DISEÑO RED DE HIDROSANITARIA	5
4.1.1.1	Descripción general del diseño.	5
4.1.1.2	Identificación de acometidas y redes existentes	5
4.1.1.3	Red hidráulica de agua potable fría	6
4.1.1.4	Tanque de almacenamiento de agua potable.	6
4.1.1.5	Equipo de bombeo	6
4.1.1.6	Acometida de agua potable	6
4.1.1.7	Red de distribución en el interior del edificio	8
4.1.1.8	Gastos de diseño	8
4.1.1.9	Equipos de bombeo	9
4.1.1.10	Redes en el interior del edificio	10
4.1.1.11	Criterios de diseño aguas residuales	10
4.1.1.12	Diseños colectores externos	15
4.1.1.13	Criterios de diseño aguas pluviales	16
5.	CÁLCULOS Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS	20
5.1.1.1	Cálculo de capacidad de la cisterna de almacenamiento agua potable	20
5.1.1.2	Cálculo de acometida de agua potable	21
5.1.1.4	Cálculo de equipo de bombeo de agua potable	23
5.1.1.5	Cálculo desagües aguas residuales	25
5.1.1.6	Cálculo de bajantes Aguas residuales	26
5.1.1.7	Caudales finales aguas residuales	26
5.1.1.8	Caudales aguas lluvias - Áreas	27
5.1.1.9	Caudales aguas lluvias - Bajantes	28
5.1.1.10	Redes de Urbanismo	28
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36

INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al diseño de las redes hidráulicas de abastecimiento de agua potable , alcantarillado sanitario, y alcantarillado pluvial, para el proyecto que tiene como objeto "ADECUACIÓN DE ESCENARIOS DEPROTIVOS EN EL PARQUE SIKUANÍ DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META". Los estudios y cálculos que se realizan cumplen con todos los criterios básicos y requisitos mínimos establecidos por la normativa vigente, y acorde a las necesidades de cada una de las áreas.

El proyecto a ejecutar busca la renovación de un existente escenario deportivo en el municipio de Villavicencio, Meta, construyendo un nuevo escenario deportivo y de recreación, que contará con tres canchas de baloncesto, zonas de graderías cubiertas, camerinos con baños para deportistas, baños públicos, locales comerciales, oficinas administrativas, bodegas, parqueaderos, ampliación de las canchas de tenis y una gran zona de urbanismo.

1. OBJETIVOS

Redacción del diseño de las redes hidrosanitarias para las instalaciones que componen el proyecto "ADECUACIÓN DE ESCENARIOS DEPROTIVOS EN EL PARQUE SIKUANI DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META".

1.1 Objetivos Específicos

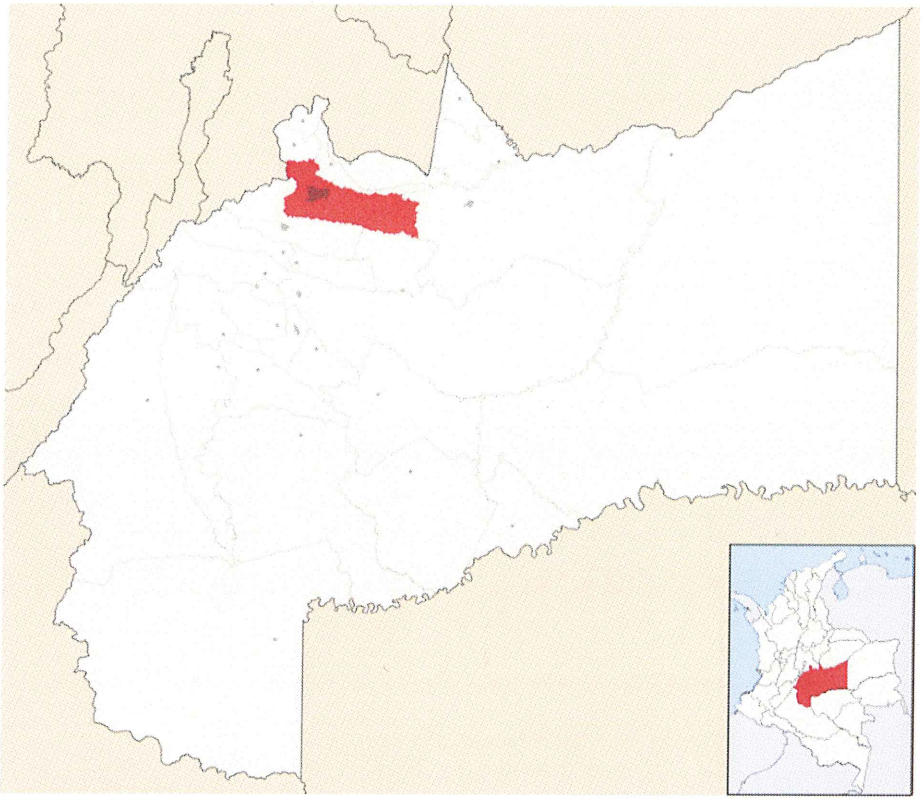
- Realizar el diseño de la red de suministro de agua potable, la red de recolección de aguas residuales y la red de recolección de aguas lluvias, en concordancia con las necesidades arquitectónicas, su funcionamiento, la normativa correspondiente y el cumplimiento del contrato y sus anexos técnicos.
- Identificar acometidas y redes existentes y disponibles para sus conexiones.
- Calcular los consumos y demandas para establecer los criterios de diseño de las redes hidráulicas.
- Realizar el predimesionamiento del sistema general y sus equipos necesarios para determinar la necesidad de los espacios y sus trayectorias en las áreas técnicas de la edificación.
- Verificar cumplimiento con las expectativas en funcionamiento y eficiencia.

2. NORMATIVA

- Resolución 0330 - Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio "Por la cual se adopta el reglamento técnico para el sector de agua potable y saneamiento básico - RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 024 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009".
- Ley 400 del Congreso de la Republica sobre el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10 mediante Decreto 1400 del 7 de junio de 1984, la primera actualización corresponde al Reglamento NSR-98, por medio del Decreto 33 del 9 de enero de 1998 y la segunda actualización, correspondiente al Reglamento NSR-10, se expidió por medio del Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 y ha sido modificado por medio del Decreto 2525 del 13 de julio de 2010, el Decreto 0092 del 17 de enero de 2011, el Decreto 0340 del 13 de febrero de 2012, Decreto 0945 del 05 de junio de 2017 y el Decreto 2113 del 25 de noviembre de 2019.
- NTC 1500 - Código colombiano de instalaciones hidráulicas y sanitarias.
- NTC 813.- Agua, Agua potable
- NP-004 "Medidores domiciliarios de agua potable fría"-EAB
- NT-001 "Medidores de agua potable , definiciones y clasificación"- EAB
- NS-009 "Instalación de acometidas de acueducto, diámetros entre DN 25 (1") y DN 150 (6")
- NP-006 "Cajillas para medidores en nicho" -EAB
- NS-068 "Conexiones domiciliarias domésticas y no domesticas"-EAB

3. DESCRIPCIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en la Republica de Colombia, Departamento del Meta, Municipio de Villavicencio, en la carrera 19 No. 21 - 122



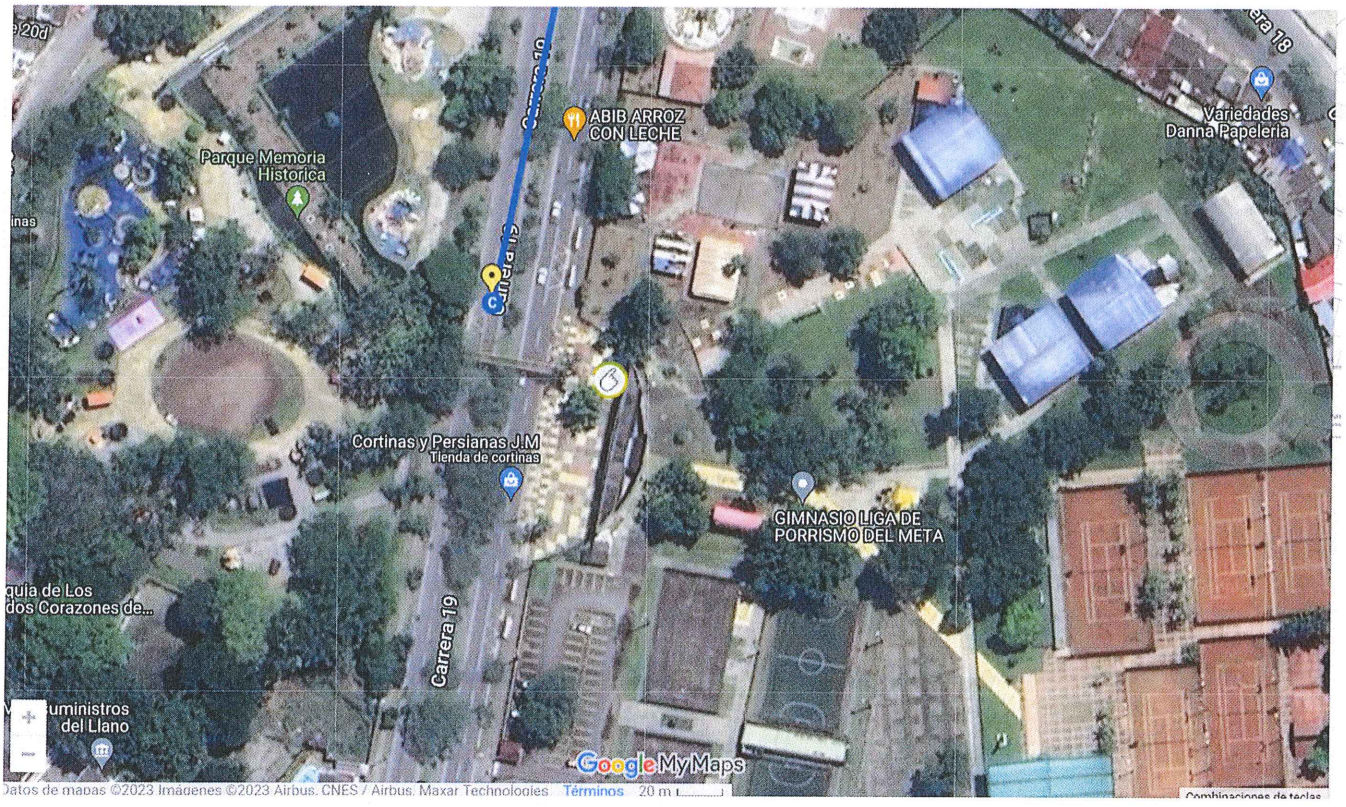


Ilustración 1. *Localización* del proyecto en el municipio de Villavicencio-Meta.

Fuente Google Earth.

3.2 Descripción del Proyecto

El Proyecto " ADECUACIÓN DE ESCENARIOS DEPROTIVOS EN EL PARQUE SIKUANI DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO, META " pretende la construcción de tres canchas baloncesto cumpliendo dimensiones para el desarrollo de actividades a nivel competitivo.

Así mismo, incluye la construcción una edificación ubicada a un costado de la cancha. Esta edificación está conformada por camerinos deportivos, baterías sanitarias de acuerdo al manual de escenarios del ministerio de deporte, oficinas administrativas, locales comerciales, bodegas, taquillas, y sobre todas estas zonas estarán ubicadas las graderías públicas, que contarán con una estructura de cubierta.

Actualmente el predio donde se pretende realizar la construcción del proyecto, se encuentra sin ningún tipo de intervención.

En la Ilustración 2 se observa las áreas que componen el proyecto.

CUADRO GENERAL DE AREAS DEL PROYECTO										
DESCRIPCIÓN	Licencia 50001-1-11-0547 de Feb 07 de		Licencia 50001-1-12-0193 de Sep 19 de		Licencia 50001-1-19-0915 de Dic 12 de		Presente Solicitud 2021		CONSOLIDADO	
	CONSTRUCCIÓN		AMPLIACIÓN		CONSTRUCCIÓN		MODIFICACIÓN Y AMPLIACIÓN			
AREA LOTE	50254.49	M2	50254.49	M2	50254.49	M2	50254.49	M2	50254.49	M2
PRIMER PISO	1329.09	M2	1297.8	M2	1281.3	M2	5988.84	M2	9897.03	M2
SEGUNDO PISO	0	M2	0	M2	0	M2	274	M2	274	M2
PISOS RESTANTES	0	M2	0	M2	0	M2	0	M2	0	M2
TOTAL CONSTRUIDO	1329.09	M2	1297.8	M2	1281.3	M2	6262.84	M2	10171.03	M2
LIBRE PRIMER PISO	48925.4	M2	48956.69	M2	48973.19	M2	44265.65	M2	40083.46	M2
CERR. CANCHA DE TENIS					1129.37	ML	0	ML	1129.37	ML
CERRAMIENTO					566.37	ML	0	ML	566.37	ML
PISCINA (M3)					176.7	M3	0	M3	176.7	M3
AREAS INTERVENIDAS										
AMPLIACIÓN					1281.3	M2	4707.54	M2	5988.84	M2
MODIFICACIÓN					11705.45	M2	1281.3	M2	12986.75	M2
DEMOLICIÓN					624.71	M2	0	M2	624.71	M2
TOTAL AREAS INTERVENIDAS					13611.46	M2	5988.84	M2	19600.3	M2
CERRAMIENTO					1695.74	ML	0	ML	1695.74	ML
INDICE DE OCUPACIÓN	0.02		0.05		0.08		0.12		0.20	
INDICE DE CONSTRUCCIÓN	0.03		0.05		0.08		0.12		0.20	
ALTURA	7.51	MTS	9.77	MTS	11	MTS	14	MTS		

Ilustración 2. Implantación del proyecto

4. DISEÑO RED DE HIDROSANITARIA

4.1.1.1 Descripción general del diseño.

Se proyectan las redes hidrosanitarias de la edificación. Esta incluye un sistema de abastecimiento de agua potable. El sistema de agua potable se suministrará desde el nivel 1 del edificio.

Además, el edificio maneja los sistemas de drenaje de agua residual doméstica, y drenaje pluvial. El sistema de drenaje de agua residual doméstica se captará en la red exterior del edificio y se enviará al punto de la red municipal que indique la autoridad competente.

4.1.1.2 Identificación de acometidas y redes existentes

La tubería que provee a los tanques de agua potable y agua para la red contra incendio sale del medidor que recibe de la red del acueducto de Villavicencio. El diseño de la acometida se realiza para garantizar el llenado

de los tanques de almacenamiento; la acometida definida en la presente memoria se realizó para un tiempo de llenado de 8 horas de acuerdo con los lineamiento y nomas de la Empresa prestadora del servicio.

El empalme y descarga a las redes públicas se realizará de acuerdo con la disponibilidad de servicio que expide la empresa prestadora del servicio y garantiza disponibilidad de caudal y presión para el proyecto; documento en el cual se identifica a que redes se pueden realizar los respectivos empalmes.

La descarga final de agua residual y agua lluvia del edificio se realizará al colector autorizado por la disponibilidad de servicio que expide la empresa prestadora del servicio, el cual garantizará la capacidad de descargas del proyecto.

4.1.1.3 Red hidráulica de agua potable fría

A partir del área del proyecto y la dotación establecida, se determina el volumen de los tanques de almacenamiento de agua potable. Los primeros se dimensionan para suplir la demanda para tres días de consumo. Desde allí y mediante equipos de presión se conducirá el agua hasta cada uno de los aparatos.

El consumo real de agua potable será el 100% de la dotación normal, y se deja una reserva para un día, de acuerdo a la NTC 1500.

En cumplimiento con el Acuerdo 20 de 1995 Parágrafo D.3.2.4.11. Los tanques de almacenamiento con capacidad superior a 50 metros cúbicos, deben proveerse de divisiones que permitan su limpieza sin eliminar la capacidad de suministro.

4.1.1.4 Tanque de almacenamiento de agua potable.

Este se calculará considerando el almacenamiento de un día de consumo diario de agua potable. Aunque para este proyecto, por solicitud del cliente, y teniendo en cuenta la situación actual de la ciudad, en la que la prestación de servicio de agua potable no es continua, se deja una reserva para tres días.

La losa fonda del tanque tendrá una pendiente mínima del 0.5% hacia un cárcamo de succión achique dentro del mismo para facilitar los trabajos de mantenimiento.

De acuerdo con el proyecto arquitectónico, la ubicación del tanque y equipo de bombeo se encontrarán en el nivel 1 del proyecto, al fondo del predio.

4.1.1.5 Equipo de bombeo

Para el edificio se utilizarán 2 bombas con succión positiva, de caudal 100%, dos bombas. Las dos bombas son de velocidad variable y presión constante. Estos sistemas envían el agua potable al sistema general de aparatos de todo el proyecto.

4.1.1.6 Acometida de agua potable

La toma domiciliaria en el tanque de agua potable se calculará considerando el gasto máximo diario y este, a su vez, dependerá del tiempo de suministro de agua potable. Se considerará un tiempo de suministro de 12 hrs en el entendido de que pudieran presentarse paros en el sistema debido al mantenimiento preventivo y correctivo en la red municipal.

Para el cálculo de las pérdidas en la acometida de agua potable, se empleará la fórmula de Hazen-Williams, la cual se describe a continuación:

$$h = 10.674 \cdot x \cdot \left(\frac{Q^{1.852}}{C^{1.852} x \cdot D^{4.871}} \right) \cdot x \cdot L$$

Donde:

h: perdida de carga, en m.
Q: gasto, en m^3/s.

C: coeficiente de rugosidad, adimensional.
D: diámetro interno de la tubería en m.
L: longitud de la tubería.
V: velocidad de flujo en m/s.

La selección del coeficiente de H-W se tomará de la siguiente tabla, en el entendido de que el material de la tubería de abastecimiento será de PVC.

COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES			
Material	**C**	**Material**	**C**
Asbesto cemento	140	Hierro galvanizado	120
Latón	130-140	Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100	Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130	**Plástico (PE, PVC)**	**140-150**
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113	Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100	Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90	Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83	Acero rolado	110
Concreto	120-140	Lata	130
Cobre	130-140	Madera	120
Hierro dúctil	120	Hormigón	120-140

El cálculo del diámetro se realizará con la siguiente expresión:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}}$$

La velocidad máxima propuesta para el cálculo de diámetro será de 2.50 m/s, para evitar asentamiento de partículas suspendidas en el agua y el crecimiento de biopelículas en el agua, de acuerdo con lo recomendado en la normatividad local.

De acuerdo con lo indicado en la sección 7.7.9.1 del RAS título B, se instalarán dos medidores de tipo C como mínimo, el primero de tipo mecánico de hélice Woltman y el segundo de tipo electrónico de ultrasonido, el cual servirá de sensor para pruebas de verificación periódicas del consumo medido por el primero. Lo anterior, en el entendido de que el proyecto en cuestión se considera como gran consumidor, al tener un consumo mensual superior a los 10,000m3.

De esta manera, los medidores electrónicos y mecánicos de trasmisión magnética estarán dotados de un sistema de blindaje magnético, de manera que no sea afectado su funcionamiento cuando se presenten campos magnéticos inducidos en cualquier parte del mismo. Este sistema de blindaje estará fabricado en un material resistente a la oxidación y corrosión.

4.1.1.7 Red de distribución en el interior del edificio

El cálculo de los diámetros de la red se realizará utilizando el método de hunter, el cual considera una cantidad de unidades mueble de acuerdo con el mueble sanitario que se va a alimentar. Las unidades muebles de cada tramo se acumularán a lo largo de su trayectoria en sentido contrario al flujo y se calculará el gasto correspondiente en l/s de cada tramo.

Para el cálculo de diámetro se utilizará la fórmula de continuidad y se usará como velocidad máxima 2.0 m/s, con la intención de evitar pérdidas de carga mayores y ruido excesivo en la tubería. El material de la tubería de la red será PVC-P.

Todo el sistema se abastece desde el tanque y sistema de bombeo ubicado en el sótano del edificio.

Las consideraciones que se tomarán en la propuesta de trazado y trayectorias de la red interior son las siguientes:

- Las tuberías no deben atravesar vigas ni columnas.
- Las columnas deben subir por ductos sin atravesar vigas y columnas.
- Distribución de la red de tuberías descolgada por cielo falso.
- Las entregas en red de suministro se realizan a 90° y 45°.
- Debe colocarse una válvula en la entrada de cada baño, ubicado en el nicho disponible para ello.
- Debe colocarse una válvula de control para cada cuarto o zona la cual sea alimentada con agua potable.
- Presión de operación optima del aparato.
- Cabeza de posición; por altura a la cual está ubicado el aparato.
- Recorrido de la tubería y accesorios desde la descarga de bomba hasta el aparato en cuestión.
- Durante el recorrido de la ruta crítica se deben incorporar las unidades de los demás tramos de tubería que están prestando servicio. En este proceso se cuentan los diferentes tipos de aparatos, para cada uno de los cuales se asignan las unidades correspondientes.
- Para definir el diámetro de la tubería se obtiene el caudal según las unidades de Hunter.
- Además, se debe tener en cuenta la longitud de tubería de cada tramo, con el fin de multiplicarlas por el valor de las pérdidas unitarias.
- Así, al obtener las pérdidas de cada tramo, y mediante la aplicación de la ecuación de Bernoulli, se obtiene la presión requerida en el punto final, hasta llegar a la red de los tanques.
- De esta forma se calcularon los diámetros de las tuberías involucradas en la ruta crítica, así como también se garantizó que la energía potencial del agua en los tanques satisface la presión requerida en el punto más alejado.
- Para los demás grupos de baños no será necesario calcular presiones, pero sí diámetros de las tuberías. Este procedimiento se realiza directamente en los planos: se cuentan las unidades que transporta la tubería, con las cuales se obtiene el caudal de acuerdo con el método de probabilidades de Hunter, y posteriormente se obtiene el diámetro teniendo en cuenta el rango de velocidades, mediante la Fórmula de Hazen-Williams para tubería.

4.1.1.8 Gastos de diseño

- **Caudal medio diario**

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares. Para su estimación deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.

$$Q_D = \frac{C \cdot D \cdot A_{rd} \cdot R}{86400} \quad \text{o} \quad Q_D = \frac{C \cdot P \cdot R}{86400}$$

El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua residual al sistema de recolección y evacuación. De acuerdo con lo indicado en la resolución 0330 2017, del capítulo 4, sección 1 del artículo 134, su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo. Cuando esta información resulte inexistente o muy pobre, pueden utilizarse un valor de 0.85.

- **Caudal máximo horario**

Es el gasto medio diario afectado por el factor máximo horario del gasto, el cual debe calcularse haciendo uso de mediciones de campo que consideren los patrones de aportación de la población. En ausencia de datos, se debe estimar con ecuaciones aproximadas. El factor deberá estar entre 1.4 y 3.8.

- **Caudal de diseño**

Se obtiene sumando el caudal máximo horario, los aportes por filtraciones y conexiones erradas. Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea menor que 1.5 l/s, este último será considerado como mínimo en el tramo.

Por lo anterior y en el entendido de que las redes de drenaje se encuentran en el interior o al margen del edificio, no se esperan aportes por filtraciones y conexiones erradas en los sistemas de drenaje, por lo que se considerará el gasto medio diario para cálculo de los tanques de almacenamiento y retención de los mismos.

- **Drenaje residual doméstico**

Las bajantes de este drenaje que provienen de niveles superiores 1 al 5 descargarán a nivel de piso de planta baja, específicamente en el pozo de visita más cercano de la red exterior en el perímetro del edificio. La descarga final de la red exterior tendrá lugar en la red municipal.

De la misma manera, en nivel sótano se requerirán dos cárcamos de bombeo de agua residual doméstica que, aparte de captar por gravedad las descargas de lagua residual del sótano.

El cárcamo se calculará considerando los mismos criterios del cárcamo de agua residual doméstica gris. El destino final del volumen retenido tendrá lugar en el pozo de visita más cercano de la red exterior del edificio.

4.1.1.9 Equipos de bombeo

Todos los equipos de bombeo en tanques de retención y cárcamos de rebombeo deberán estar respaldados con energía eléctrica de emergencia. Asimismo, serán tipo paquete con la intención de optimizar la eficiencia, el arreglo y el tamaño de los mismos

En todos los casos, el cálculo de la potencia del equipo considerará el gasto máximo instantáneo, una eficiencia del 95% y una carga manométrica total considerando la altura estática, de succión y las pérdidas de carga por cambios de dirección, accesorios y fricción.

El arreglo del equipo de bombeo en cárcamos de rebombeo deberá considerar la instalación de mangueras flexibles que absorban las vibraciones de equipo acopladas a un cabezal, cuyo diámetro se calculará considerando el gasto máximo probable en la línea, así como también la instalación de una válvula de retención y de compuerta. Estos equipos de bombeo estarán accionados por medio de tres peras de nivel, una para el paro, otra para el arranque y la última para arranque de emergencia del equipo.

4.1.1.10 Redes en el interior del edificio

Para el cálculo de los diámetros de la red se utilizará el método de hunter, el cual considera una cantidad de unidades mueble de acuerdo con el mueble sanitario que va a descarga. Las unidades muebles de cada tramo se acumularán a lo largo de su trayectoria y se calculará el gasto correspondiente en l/s de cada tramo.

Para el cálculo de diámetro se utilizará la fórmula de Manning y se usará una velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3.00 m/s, tomando en cuenta una pendiente mínima del 2% en tuberías de hasta 75mm (3") de diámetro y del 1.5% en tubería de 100mm (4") o mayor. El material de la tubería de la red será PVC-S.

Se considerarán desarrollos de tubería horizontales máximos de 25 metros, en el entendido de que el espacio entre el plafón y la losa estructural es reducido además de que existen otras instalaciones en la misma área, logrando con esto que no haya diferencias de niveles mayores a 0.50m.

Las consideraciones que se tomarán en la propuesta de trazado y trayectorias de la red interior son las mismas que se indicaron en las tuberías de suministro de agua doméstica.

Las consideraciones que se tomarán en la propuesta de trazado y trayectorias de la red interior son las mismas que se indicaron en las tuberías de suministro de agua doméstica.

4.1.1.11 Criterios de diseño aguas residuales

- **Consideraciones para aguas residuales, y aguas grises.**

Las aguas residuales se dividirán en las propias residuales, y grises, las aguas residuales serás únicamente las provenientes los wc, y las grises de los lavabos, regaderas, lavado y servicios de limpieza.

- **Contribución de aguas residuales**

El volumen de aguas residuales aportadas a un sistema de recolección y evacuación está integrado por las aguas residuales domésticas, industriales, comerciales e institucionales. Su estimación debe basarse, en lo posible, en información histórica de consumos, mediciones periódicas y evaluaciones regulares. Para su estimación deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.

$$Q_D = \frac{C \cdot D \cdot A_{rd} \cdot R}{86400} \quad \text{o} \quad Q_D = \frac{C \cdot P \cdot R}{86400}$$

El coeficiente de retorno es la fracción del agua de uso doméstico servida (dotación neta), entregada como agua negra al sistema de recolección y evacuación de aguas residuales. De acuerdo con lo indicado en la resolución 0330 2017, del capítulo 4, sección 1 del artículo 134, su estimación debe provenir del análisis de información existente de la localidad y/o de mediciones de campo. Cuando esta información resulte inexistente o muy pobre, pueden utilizarse un valor de 0.85.

Tabla NTC 1500 2020 (Tabla 8.9.1)

Tipo de aparato o accesorio	Valor unitario de desagüe de aparato como factor de carga	Dimensión mínima del sifón (pulgadas)
Máquina automática de lavar ropa, comercial [a,g]	3	(2)
Máquina automática de lavar ropa, residencial [g]	2	(2)
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 6,06 Lpf (1,6 gpd inodoro) [f]	5	-
Grupos sanitarios como se define en el numeral 3.2 (lavado del inodoro mayor a 6,06 Lpf (1,6 gpd)) [f]	6	-
Bañera [b] (con o sin regadera o accesorios de hidromasaje)	2	(1 ½)
Bidé	1	(1 ¼)
Combinación de poceta y bandeja	2	(1 ½)
Lavamanos dental	1	(1 ¼)
Unidad o escupidera dentales	1	(1 ¼)
Lavadora para platos[c], doméstica	2	(1 ½)
Bebedero	1/2	(1 ¼)
Desagüe de emergencia para pisos	0	(2)
Desagües de piso[b]	2[h]	(2)
Poceta de piso	[h]	(2)
Lavaplatos, doméstico	2	(1 ½)
Lavaplatos con triturador de vertimientos y/o lavavajillas	2	(1 ½)
Bandeja para lavar ropa (1 ó 2 compartimentos)	2	(1 ½)
Lavamanos	1	(1 ¼)
Ducha (basado en el gasto total nominal a través de regaderas y duchas de mano) Gasto nominal:		
0,36 L/s (5.7 gpm) o menos	2	(1 ½)
Más de 0,36 L/s hasta 0,78 L/s (Más de 5.7 gpm hasta 12,3 gpm)	3	(2)
Más de 0,78L/s hasta 1,63 L/s (Más de 12.3 gpm hasta 25,8 gpm)	5	(3)
Más de 1,63 L/s hasta 3,51 L/s (Más de 25.8 gpm hasta 55,6 gpm)	6	(4)
Poceta de servicio	2	(1 ½)
Poceta	2	(1 ½)
Orinal	4	[d]
Orinal, 1 galón por descarga o menos	2[e]	[d]
Orinal, sin suministro de agua	1/2	[d]
Poceta de aseo (circular o múltiples) cada juego de grifos	2	(1 ½)
Inodoro, tanque fluxómetro, público o privado	4[e]	[d]
Inodoro, privado (1.6 gpd)	3[e]	[d]
Inodoro, privado (lavado mayor a 1.6 gpd)	4[e]	[d]
Inodoro, público (1.6 gpd)	4[e]	[d]
Inodoro, público (lavado mayor a 1.6 gpd)	6[e]	[d]

Tabla NTC 1500 2020 (Tabla 7.4.3.2.2)

Caudal		Unidades de aparato		Caudal		Unidades de aparato		CaudalL		Unidades de aparato	
gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro	gpm	L/min.	Tanque	Fluxo metro
1	3,79	0	-	45	170,33	107	37	145	548,83	611	521
2	7,57	1	-	46	174,11	111	39	150	567,75	638	559
3	11,36	3	-	47	177,90	115	42	155	586,68	665	596
4	15,14	4	-	48	181,68	119	44	160	605,60	692	631
5	18,93	6	-	49	185,47	123	46	165	624,53	719	666
6	22,71	7	-	50	189,25	127	48	170	643,45	748	700
7	26,50	8	-	51	193,04	130	50	175	662,38	778	739
8	30,28	10	-	52	196,82	135	52	180	681,30	809	775
9	34,07	12	-	53	200,61	141	54	185	700,23	840	811
10	37,85	13	-	54	204,39	146	57	190	719,15	874	850
11	41,64	15	-	55	208,18	151	60	200	757,00	945	931
12	45,42	16	-	56	211,96	155	63	210	794,85	1018	1009
13	49,21	18	-	57	215,75	160	66	220	832,70	1091	1091
14	52,99	20	-	58	219,53	165	69	230	870,55	1173	1173
15	56,78	21	-	59	223,32	170	73	240	908,40	1254	1254
16	60,56	23	-	60	227,10	175	76	250	946,25	1335	1335
17	64,35	24	-	62	234,67	185	82	260	984,10	1418	1418
18	68,13	26	-	64	242,24	195	88	270	1021,95	1500	1500
19	71,92	28	-	66	249,81	205	95	280	1059,80	1583	1583
20	75,70	30	-	68	257,38	215	102	290	1097,65	1668	1668
21	79,49	32	-	70	264,95	225	108	300	1135,50	1755	1755
22	83,27	34	5	72	272,52	236	116	310	1173,35	1845	1845
23	87,06	36	6	74	280,09	245	124	320	1211,20	1926	1926
24	90,84	39	7	76	287,66	254	132	330	1249,05	2018	2018
25	94,63	42	8	78	295,23	264	140	340	1286,90	2110	2110
26	98,41	44	9	80	302,80	275	148	350	1324,75	2204	2204
27	102,20	46	10	82	310,37	284	158	360	1362,60	2298	2298
28	105,98	49	11	84	317,94	294	168	370	1400,45	2388	2388
29	109,77	51	12	86	325,51	305	176	380	1438,30	2480	2480
30	113,55	54	13	88	333,08	315	186	390	1476,15	2575	2575
31	117,34	56	14	90	340,65	326	195	400	1514,00	2670	2670
32	121,12	58	15	92	348,22	337	205	410	1551,85	2765	2765
33	124,91	60	16	94	355,79	348	214	420	1589,70	2862	2862
34	128,69	63	18	96	363,36	359	223	430	1627,55	2960	2960
35	132,48	66	20	98	370,93	370	234	440	1665,40	3060	3060
36	136,26	69	21	100	378,50	380	245	450	1703,25	6150	6150

Tabla NTC 1500 2020 (Tabla 8.10.1-1)

Tabla 8.10.1(1). Desagües y alcantarillado de la edificación

Diámetro de la tubería (pulgadas)	Máximo número de unidades de desagüe de aparatos conectados a cualquier porción del desagüe o alcantarillado de la edificación, incluyendo los ramales del desagüe de la edificación[a]			
	Pendiente en porcentaje (%) (Pendiente pulgada por pie)			
	0,5 % (1/16)	1,0 % (1/8)	2,0 % (1/8)	4,0 % (1/8)
(1 ¼)	-	-	(1)	(1)
(1 ½)	-	-	(3)	(3)
(2)	-	-	(21)	(26)
(2 1/2)	-	-	(24)	(31)
(3)	-	(36)	(42)	(50)
(4)	-	(180)	(216)	(250)
(5)	-	(390)	(480)	(575)
(6)	-	(700)	(840)	(1 000)
(8)	(1 400)	(1 600)	(1 920)	(2 300)
(10)	(2 500)	(2 900)	(3 500)	(4 200)
(12)	(3 900)	(4 600)	(5 600)	(6 700)
(15)	(7 000)	(8 300)	(10 000)	(12 000)

Factor de conversión: 83,3 mm/m = 1 pulgada por pie.

[a] La dimensión mínima de la tubería de desagüe de aguas residuales de una edificación que sirve a un inodoro debe ser de 76 mm (3 pulgadas).

Tabla NTC 1500 2020 (Tabla 8.10.1-2)

Tabla 8.10.1(2) Unidades de aparatos en ramales horizontales y bajantes[a]

Diámetro de la tubería milímetros (pulgadas)	Máximo número de unidades de aparatos de desagüe (UAD)			
	Total para un ramal horizontal	Bajantes[b]		
		Descarga total en un intervalo de ramal	Total de bajantes de tres intervalos de ramal o menos	Total para la bajante principal de tres intervalos de ramal
(1 ½)	3	2	4	8
(2)	6	6	10	24
(2 ½)	12	9	20	42
(3)	20	20	48	72
(4)	160	90	240	500
(5)	360	200	540	1 100
(6)	620	350	960	1 900
(8)	1 400	600	2 200	3 600
(10)	2 500	1 000	3 800	5 600
(12)	2 900	1 500	6 000	8 400
(15)	7 000	[c]	[c]	[c]

a No incluye ramales de desagüe de la edificación. Véase la Tabla 8.10.1(1).

b Las bajantes se deben dimensionar con base en el total acumulado de la carga conectada en cada piso o intervalo de ramal. En la medida que el total de la carga acumulada disminuye, se permite disminuir el diámetro de las bajantes. El diámetro no debe ser reducido a menos de la mitad del diámetro requerido para la bajante de mayor diámetro.

c Dimensionamiento de carga basada en criterios de diseño.

UAD = Unidad de aparato de desagüe, en inglés dfu

Tabla NTC 1500 2020 (Tabla 10.9.1)

Tamaño del sifón (pulgadas)	Pendiente milímetro por metro (pulgada por pie) y (porcentaje)	Distancia desde el sifón m (pies)
(1 ¼)	21 (¼) (2 %)	1,5 (5)
(1 ½)	21 (¼) (2 %)	1,8 (6)
(2)	21 (¼) (2 %)	2,4 (8)
(3)	10 (1/8) (1 %)	3,6 (12)
(4)	10 (1/8) (1 %)	4,9 (16)
Factores de conversión: 1 m = 3,3 pie 1 mm/m = 0,012 pulgada por pie		

Tabla NTC 1500 2020 (Tabla 10.11.3)

Dimensión de la tubería (pulgadas)	Máxima descarga del desagüe de accesorio superior (UAD)
(1 ½)	1
(2)	4
(2 ½ a 3)	6
UAD = Unidad de aparato de desague, en inglés dfu	

Tabla NTC 1500 2020 (Tabla 10.12.3)

Dimensión del tubo de ventilación húmeda (pulgadas)	Carga de la unidad de aparato de desagüe (UAD)
(1 ½)	1
(2)	4
(2 ½)	6
(3)	12
Para SI: 1 pulgada = 25,4 mm. UAD = Unidad de aparato de desagüe, en inglés dfu	

Tabla NTC 1500 2020 (Tabla 10.13.4)

Dimensión de la bajante (pulgadas)	Máximo número de unidades de aparato de desagüe (UAD)	
	Descarga total en un piso	Descarga total para la bajante
(1 ½)	1	2
(2)	2	4
(2 ½)	Sin límite	8
(3)	Sin límite	24
(4)	Sin límite	50
(5)	Sin límite	75
(6)	Sin límite	100
UAD = Unidad de aparato de desagüe, en inglés dfu		

4.1.1.12 Diseños colectores externos

El diseño de los colectores externos de las edificaciones dentro del proyecto se realiza mediante la ecuación de Manning para flujo uniforme.

El diámetro mínimo interno real de diseño de las redes externa está en función de la RAS él se establece en 140 mm. (Artículo 140/0330 Población menor de 2500 habitantes)

La velocidad del agua a tubo lleno, es cuando el tubo está lleno, es decir que q/Q =

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S_0{}^{1/2}$$

Donde:

V = Velocidad a flujo lleno (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, Dado en función del material y de la normativa aplicable. (adimensional)

R = Radio hidráulico (m)

S0 = Pendiente del del colector (m/m)

Es el caudal a tubo lleno es aquel que transporta el tubo cuando está lleno.

$$Q\left({}^{l}/_{s}\right) = V * A = V * \pi * \frac{Ø^2}{4} * 1000$$

Donde:

Q = Caudal a flujo lleno (l/s)

V = Velocidad a flujo lleno (m/s)

Ø = Diámetro de la tubería (m)

q/Q es la relación entre el caudal real de diseño (q) y el caudal a tubo lleno.

Para sistemas de aguas residuales esta relación debe ser menor o igual a 0.85 según RAS. (Artículo 143/0330)

La Velocidad real, es la velocidad del agua con el caudal real de diseño, según RAS mínimo 0.45 m/s y máxima de 5.00 m/s. (Artículo 142/0330)

La Altura lámina de agua (Y), es la altura real del agua en el tubo medida desde la batea interna.

La Relación Y/d, es la relación de la altura de la lámina de agua y el diámetro interno del tubo.

El Número de Froude (F), establece si el flujo es crítico, subcrítico o supercrítico:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gd}}$$

La fuerza tractiva o esfuerzo Cortante (τ), es el esfuerzo cortante en la pared de la tubería y determina la capacidad auto limpiante del tubo. Mínima de 0.10 (kg/m2) Según RAS (Artículo 141/0330)

$$\tau = \gamma * R * S$$

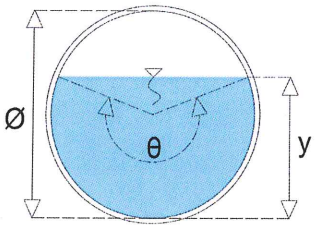
Donde:4*

γ: Es el peso específico del agua residual en kg/m³

R = Radio hidráulico (m)

S0 = Pendiente del del colector (m/m)

Por tratarse de una sección circular la altura de la lámina de agua (Y) se encuentra en función del ángulo θ. El valor Y se encuentra mediante métodos numéricos.



$$\theta = \pi + 2 * arcsen * \left(\frac{y - Ø/2}{Ø/2}\right)$$

$$R = \frac{1}{4}\frac{(\theta - sen\,\theta)}{\theta * Ø}Ø^2 = \frac{A}{P}$$

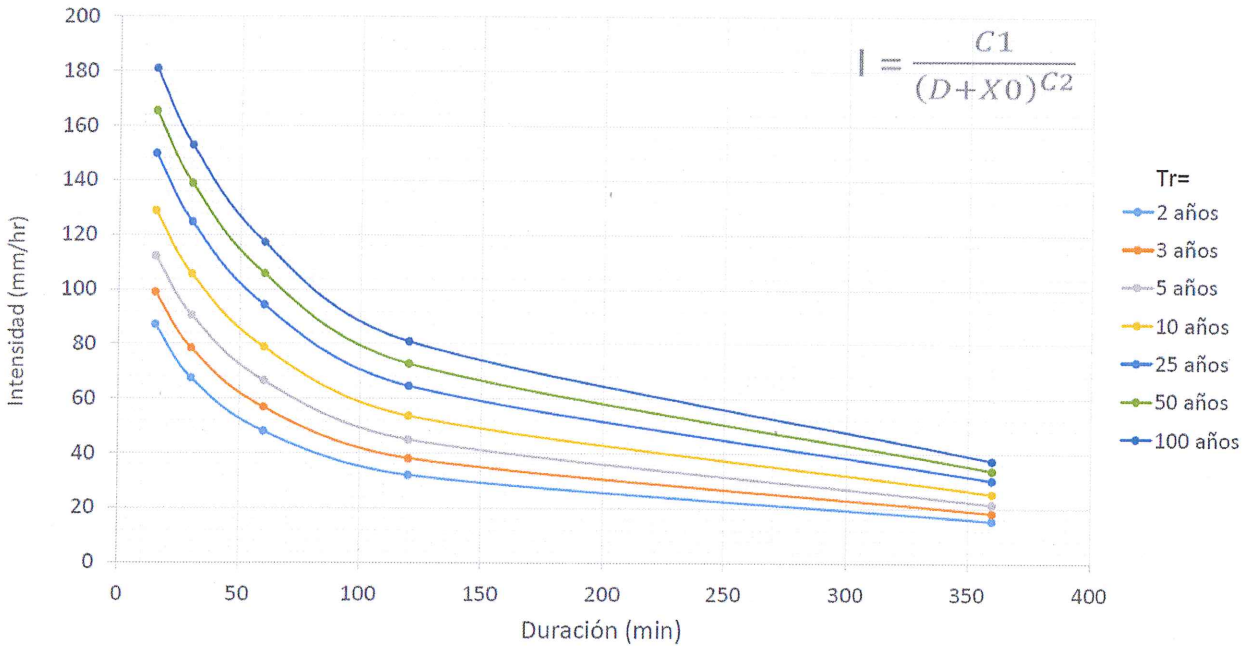
$$R = \frac{1}{4}\left(1 - \frac{sen\,\theta}{\theta}\right)Ø$$

4.1.1.13 Criterios de diseño aguas pluviales

La ciudad de Villavicencio presenta dos períodos de menos lluvias durante el año: el que popularmente se denomina "de verano", y dos períodos de más lluvias llamados "de invierno". El primero, se inicia en marzo y dura todo abril y mayo; el segundo, empieza en septiembre y dura todo octubre y noviembre; existen meses de transición entre los diferentes períodos como son: los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre, los cuales se presentan con días alternados de lluvias y tiempo seco.

A continuación, se presenta la curva IDF de la subcuenca Apiay. Con ubicación en la ciudad de Villavicencio, las características de la estación meteorológica y la curva IDF se presentan a continuación:

D (min)	$I_{TR=2}$	$I_{TR=3}$	$I_{TR=5}$	$I_{TR=10}$	$I_{TR=25}$	$I_{TR=50}$	$I_{TR=100}$
15	87.4	99.3	112.7	129.4	150.6	166.3	181.9
30	67.3	78.0	89.9	104.9	123.8	137.9	151.8
60	48.0	56.7	66.3	78.5	93.8	105.2	116.5
120	32.7	39.1	46.2	55.2	66.5	74.9	83.3
360	14.9	17.6	20.6	24.4	29.2	32.7	36.2



Se utilizarán los caudales obtenidos para la curva con periodo de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años para una duración de 15 min.

- **Caudales de agua pluvial**

Los caudales de las bajadas pluviales se realizarán con el método Racional Americano.

Qp = 2.778 C I A

Donde:

Qp = Gasto pluvial en l/s.

C = Coeficiente de escurrimiento, adimensional.

i = Intensidad de lluvia, en mm/hr. 90 mm/hr Perido de retorno 10 años duración 10 minutos

A = Área de captación, en ha.

4.1.1.14 Coeficiente de impermeabilidad

Tabla RAS TITULO D (Tabla D.4.7)

Tabla D.4.7 Coeficientes de impermeabilidad

Tipo de superficie	C
Cubiertas	0,90
Pavimentos asfálticos y superficies de concreto	0,90
Vías adoquinadas	0,85
Zonas comerciales o industriales	0,90
Residencial, con casas contiguas, predominio de zonas duras	0,75
Residencial multifamiliar, con bloques contiguos y zonas duras entre estos	0,75
Residencial unifamiliar, con casas contiguas y predominio de jardines	0,60
Residencial, 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	0,30

- **Bajadas pluviales**

$$Q = \frac{3.1416\, D^{\frac{8}{3}}}{(4N)^{\frac{5}{3}} 10^3} \quad despejando\ obtenemos: \quad D = \left[\frac{(4N)^{\frac{5}{3}} x1000xQ_p}{3.1416} \right]^{\frac{3}{8}}$$

Donde:

D = Diámetro, de bajada pluvial

N = 4, ya que se considera que sólo trabajará la cuarta parte del diámetro de la bajada.

Q = Caudal, en l/s.

Diseños colectores externos

El diseño de los colectores externos de las edificaciones dentro del proyecto se realiza mediante la ecuación de Manning para flujo uniforme.

El diámetro mínimo interno real de diseño de las redes externas se establece en 260 mm. (RAS - Artículo 148/0330)

La *velocidad del agua a tubo lleno*, es cuando el tubo está lleno, es decir que q/Q =

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * {S_0}^{1/2}$$

Donde:

V = Velocidad a flujo lleno (m/s)

n = Coeficiente de rugosidad de Manning, Dado en función del material y de la normativa aplicable. (adimensional)

R = Radio hidráulico (m)

S_0 = Pendiente del del colector (m/m)

Es el caudal a tubo lleno es aquel que transporta el tubo cuando está lleno.

$$Q\left(l/s\right) = V * A = V * \pi * \frac{Ø^2}{4} * 1000$$

Donde:

Q = Caudal a flujo lleno (l/s)

V = Velocidad a flujo lleno (m/s)

$Ø$ = Diámetro de la tubería (m)

q/Q es la relación entre el caudal real de diseño (q) y el caudal a tubo lleno.

Para sistemas de aguas lluvias esta relación debe ser menor o igual a 93% (RAS - Artículo 151/0330)

La *Velocidad real*, es la velocidad del agua con el caudal real de diseño. según RAS mínimo 0.75 m/s y máxima de 5.00 m/s. (Artículo 142/0330)

La *Altura lámina de agua* (Y), es la altura real del agua en el tubo medida desde la batea interna.

La *Relación Y/d*, es la relación de la altura de la lámina de agua y el diámetro interno del tubo.

El *Número de Froude (F)*, establece si el flujo es crítico, subcrítico o supercrítico:

$$F = \frac{v}{\sqrt{gd}}$$

La *fuerza tractiva* o *esfuerzo Cortante* (τ), es el esfuerzo cortante en la pared de la tubería y determina la capacidad auto limpiante del tubo. Mínima de 0.20 (kg/m^2) (RAS - Artículo 149/0330)

$$\tau = \gamma * R * S$$

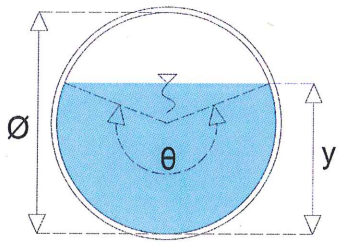
Donde:

γ: Es el peso específico del agua residual en kg/m^3

R = Radio hidráulico (m)

S_0 = Pendiente del del colector (m/m)

Por tratarse de una sección circular la altura de la lámina de agua (Y) se encuentra en función del ángulo θ. El valor Y se encuentra mediante métodos numéricos.



$$\theta = \pi + 2 * arcsen * \left(\frac{y - Ø/2}{Ø/2}\right)$$

$$R = \frac{1}{4}\frac{(\theta - sen\,\theta)}{\theta * Ø} Ø^2 = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{1}{4}\left(1 - \frac{sen\,\theta}{\theta}\right) Ø$$

5. CÁLCULOS Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS

5.1.1.1 Cálculo de capacidad de la cisterna de almacenamiento agua potable

Para el dimensionamiento del tanque de agua potable se tomaron los valores de consumo establecidos en el RAS 2000, Titulo B, se realiza la sumatoria de los diferentes consumos que se presentan en el edificio.

CALCULO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE

PROYECTO	***COLISEO***	
CONSUMOS PARA FINES PUBLICOS		
Recreación Social (deportivos municipales)	750	asistentes
Dotación s/n RAS 2000 "Tabla B.2.7 consumo mínimo recreación social"	25	L/asisitente/día
CAUDAL DIARIO PARA FINES PUBLICOS	18750	L/día
Área administrativa		
Área administrativa	362,0	m2
Dotación s/n RAS 2000 "Tabla B.2.4 consumo mínimo en comercios Oficinas cualquier tipo"	20	L/m2/día
CAUDAL DIARIO	7240	L/día

CAUDAL DIARIO (Q)	***25.990,00***	***L/día***
(VOLUMEN TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE)	***25,99***	***m3***
VOLUMEN TANQUE DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE PARA TRES DÍAS	***77,97***	***m3***

5.1.1.2 Cálculo de acometida de agua potable

VOLUMEN DEL TANQUE (m3)	TIEMPO DE LLENADO (H)	Q(l/s)	Q(m3/h)	MAT	CH	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	PEDIDAS (m/m)	LONGITUD (m)	PERDIDAS (m)	PERDIDAS (PSI)	PRESIÓN DE SERVICIO (PSI)	PRESIÓN RESIDUAL (PSI)
77,97	8,0	2,71	9,75	PVCP	150	2	2,15	1,16	0,025	145	3,58	5,08	21	15,92

El diámetro de acometida será de Ø2"

Cálculo de ruta crítica de agua potable

El sistema de agua potable es capaz de abastecer la totalidad de demanda de agua del edificio,

5.1.1.3 Diseño de las redes internas de cada área

BAÑO PMR		UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	2,00	0,17	PVCP	1/2	0,60	0,94	7,43%
INODORO PUBLICO FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	8,00	1,58	PVCP	1 1/2	1,53	1,33	4,79%

BAÑO CAMERINOS MUJERES	TIPO DE APARATO	UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in	DIÁMETRO INTERNO (in	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
DUCHA PUBLICO VALVULA MEZCLADORA	TANQUE	4,00	4,00	0,25	PVCP	1/2	0,60	1,40	15,69%
DUCHA PUBLICO VALVULA MEZCLADORA	TANQUE	4,00	8,00	0,44	PVCP	3/4	0,81	1,33	9,87%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	14,00	1,96	PVCP	1 1/2	1,53	1,66	7,15%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	20,00	2,21	PVCP	1 1/2	1,53	1,87	8,93%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	2,00	0,17	PVCP	1/2	0,60	0,94	7,43%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	4,00	0,25	PVCP	1/2	0,60	1,40	15,69%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	6,00	0,32	PVCP	3/4	0,81	0,95	5,30%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	8,00	0,44	PVCP	3/4	0,81	1,33	9,87%
EMPALME		28,00	28,00	2,52	PVCP	2	2,01	1,23	3,00%

BAÑO PUBLICO MUJERES		UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	6,00	1,45	PVCP	1 1/2	1,53	1,23	4,10%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	12,00	1,83	PVCP	1 1/2	1,53	1,55	6,30%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	18,00	2,14	PVCP	1 1/2	1,53	1,81	8,42%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	24,00	2,37	PVCP	2	2,01	1,16	2,68%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	30,00	2,59	PVCP	2	2,01	1,26	3,15%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	36,00	2,81	PVCP	2	2,01	1,37	3,67%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	2,00	0,17	PVCP	1/2	0,60	0,94	7,43%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	4,00	0,25	PVCP	1/2	0,60	1,40	15,69%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	6,00	0,32	PVCP	3/4	0,81	0,95	5,30%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	8,00	0,44	PVCP	3/4	0,81	1,33	9,87%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	10,00	0,50	PVCP	3/4	0,81	1,51	12,64%
POCETA DE ASEO GRIFERIA	TANQUE	3,00	13,00	0,63	PVCP	3/4	0,81	1,89	19,04%
EMPALME		49,00	49,00	3,18	PVCP	2	2,01	1,55	4,61%

BAÑO PUBLICO HOMBRES		UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	6,00	1,45	PVCP	1 1/2	1,53	1,23	4,10%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	12,00	1,83	PVCP	1 1/2	1,53	1,55	6,30%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	18,00	2,14	PVCP	1 1/2	1,53	1,81	8,42%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	24,00	2,37	PVCP	2	2,01	1,16	2,68%
ORINAL PUBLICO VÁLVULA 1,Tanque de descarga > 2.0 Lpf	TANQUE	3,00	3,00	0,19	PVCP	3/4	0,81	0,57	2,06%
ORINAL PUBLICO VÁLVULA 1,Tanque de descarga > 2.0 Lpf	TANQUE	3,00	6,00	0,32	PVCP	3/4	0,81	0,95	5,30%
ORINAL PUBLICO VÁLVULA 1,Tanque de descarga > 2.0 Lpf	TANQUE	3,00	9,00	0,47	PVCP	3/4	0,81	1,41	11,07%
ORINAL PUBLICO VÁLVULA 1,Tanque de descarga > 2.0 Lpf	TANQUE	3,00	12,00	0,57	PVCP	3/4	0,81	1,70	15,71%
EMPALME		36,00	36,00	2,81	PVCP	2	2,01	1,37	3,67%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	2,00	0,17	PVCP	1/2	0,60	0,94	7,43%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	4,00	0,25	PVCP	1/2	0,60	1,40	15,69%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	6,00	0,32	PVCP	3/4	0,81	0,95	5,30%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	8,00	0,44	PVCP	3/4	0,81	1,33	9,87%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	10,00	0,50	PVCP	3/4	0,81	1,51	12,64%
EMPALME		46,00	46,00	3,09	PVCP	2	2,01	1,51	4,37%

BAÑO CAMERINOS HOMBRES		UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
DUCHA PUBLICO VALVULA MEZCLADORA	TANQUE	4,00	4,00	0,25	PVCP	1/2	0,60	1,40	15,69%
DUCHA PUBLICO VALVULA MEZCLADORA	TANQUE	4,00	8,00	0,44	PVCP	3/4	0,81	1,33	9,87%
ORINAL PUBLICO VÁLVULA 1,Tanque de descarga > 2.0 Lpf	TANQUE	3,00	11,00	0,54	PVCP	3/4	0,81	1,62	14,32%
ORINAL PUBLICO VÁLVULA 1,Tanque de descarga > 2.0 Lpf	TANQUE	3,00	14,00	0,66	PVCP	3/4	0,81	1,98	20,75%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	20,00	2,21	PVCP	1 1/2	1,53	1,87	8,93%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	26,00	2,46	PVCP	2	2,01	1,20	2,86%
INODORO DE FLUXÓMETRO	FLUXOMETRO	6,00	32,00	2,68	PVCP	2	2,01	1,31	3,35%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	2,00	0,17	PVCP	1/2	0,60	0,94	7,43%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	4,00	0,25	PVCP	1/2	0,60	1,40	15,69%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	6,00	0,32	PVCP	3/4	0,81	0,95	5,30%
LAVAMANOS PUBLICO GRIFO	TANQUE	2,00	8,00	0,44	PVCP	3/4	0,81	1,33	9,87%
EMPALME		40,00	40,00	2,92	PVCP	2	2,01	1,43	3,94%

EMPALME POLIDEPORTIVO			UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
BAÑO PMR		AGUAS ARRIBA	8,00	8,00	1,58	PVCP	1 1/2	1,53	1,33	4,79%
BAÑO CAMERINOS MUJERES		AGUAS ARRIBA	28,00	36,00	2,81	PVCP	2	2,01	1,37	3,67%
BAÑO PUBLICO MUJERES		AGUAS ARRIBA	49,00	85,00	3,97	PVCP	2	2,01	1,94	6,95%
BAÑO PUBLICO HOMBRES		AGUAS ARRIBA	46,00	131,00	4,76	PVCP	2 1/2	2,50	1,51	3,39%
BAÑO CAMERINOS HOMBRES		AGUAS ARRIBA	40,00	171,00	5,34	PVCP	2 1/2	2,50	1,69	4,19%

BAÑO PORTERIA 1 (PARQUEADERO)	TIPO DE APARATO	UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
LAVAMANOS PRIVADO	TANQUE	0,70	0,70	0,10	PVCP	1/2	0,60	0,56	2,83%
INODORO PRIVADO	TANQUE	2,20	2,90	0,18	PVCP	1/2	0,60	1,00	8,40%

BAÑO PORTERIA 2	TIPO DE APARATO	UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
LAVAMANOS PRIVADO	TANQUE	0,70	0,70	0,10	PVCP	1/2	0,60	0,56	2,83%
INODORO PRIVADO	TANQUE	2,20	2,90	0,18	PVCP	1/2	0,60	1,00	8,40%
POCETA DE ASEO GRIFERIA	TANQUE	3,00	5,90	0,32	PVCP	1/2	0,60	1,78	24,34%

PUNTO DE JARDINERIA (CANCHAS DE TENIS)	TIPO DE APARATO	UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
POCETA DE ASEO GRIFERIA	TANQUE	3,00	3,00	0,19	PVCP	3/4	0,81	0,57	2,07%

BAÑO PORTERIA 3	TIPO DE APARATO	UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
LAVAMANOS PRIVADO	TANQUE	0,70	0,70	0,10	PVCP	1/2	0,60	0,56	2,83%
INODORO PRIVADO	TANQUE	2,20	2,90	0,18	PVCP	1/2	0,60	1,00	8,40%

EMPALME PORTERIAS			UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
BAÑO PORTERIA 1 (PARQUEADERO)			2,90	2,90	0,18	PVCP	1/2	0,60	1,00	8,40%
BAÑO PORTERIA 2			5,90	8,80	0,47	PVCP	3/4	0,81	1,41	11,07%
PUNTO DE JARDINERIA (CANCHAS DE TENIS)			3,00	11,80	0,56	PVCP	3/4	0,81	1,68	15,41%
BAÑO PORTERIA 3	BYPASS		2,90	14,70	0,68	PVCP	1	1,06	1,19	5,96%

PUNTO DE JARDINERIA (CANCHAS DE FUTBOL)	TIPO DE APARATO	UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
POCETA DE ASEO GRIFERIA	TANQUE	3,00	3,00	0,19	PVCP	3/4	0,81	0,57	2,07%

EMPALME GENERAL			UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	HF (%)
EMPALME POLIDEPORTIVO			171,00	171,00	5,34	PVCP	2 1/2	2,50	1,69	4,19%
EMPALME PORTERIAS			14,70	185,70	5,55	PVCP	2 1/2	2,50	1,76	4,50%
POCETA DE ASEO GRIFERIA			3,00	188,70	5,60	PVCP	2 1/2	2,50	1,77	4,53%

Diseño ruta crítica

RUTA CRITICA

TRAMO		TIPO DE APARATO	UH	UH ACUM	Q(l/s)	MAT	DIÁMETRO NOMINAL (in)	DIÁMETRO INTERNO (in)	VELOCIDAD (m/s)	L_TUB (m)
	1									
1	2	FLUXOMETRO	6,00	6,00	1,45	PVCP	1 1/2	1,53	1,23	2,40
2	3	FLUXOMETRO	2,00	8,00	1,58	PVCP	1 1/2	1,53	1,33	10,33
3	4	FLUXOMETRO	28,00	36,00	2,78	PVCP	2	2,01	1,36	4,03
4	5	FLUXOMETRO	49,00	85,00	3,91	PVCP	2	2,01	1,91	0,53
5	6	FLUXOMETRO	46,00	131,00	4,67	PVCP	2	2,01	2,28	4,68
6	7	FLUXOMETRO	40,00	171,00	5,30	PVCP	2	2,01	2,59	6,30
7	8	FLUXOMETRO	14,70	185,70	5,43	PVCP	2	2,01	2,65	103,00
8	9	FLUXOMETRO	3,00	188,70	5,55	PVCP	2	2,01	2,71	58,00

5.1.1.4 Cálculo de equipo de bombeo de agua potable

CABEZA DINÁMICA TOTAL				
MATERIAL DE LA SUCCIÓN			HIERRO GALVANIZADO (H.G.)	
TOTAL UNIDADES CONSUMO				UC
CAUDAL EN EL SISTEMA			5,55	LPS
PORCENTAJE DE FRACCIONAMIENTO DEL CAUDAL			100,00	%
CAUDAL DE DISEÑO			5,55	LPS
PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA				
PRESION EN EL PUNTO CRITICO			31,65	m.c.a.
PERDIDAS A LA SALIDA DEL MEDIDOR			5,00	m.c.a.
PERDIDAS EN MEDIDOR CRITICO			5,00	m.c.a.
PERDIDAS EN LA DESCARGA			29,90	m.c.a.
ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA			4,10	m.c.a.
PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA			75,65	m.c.a.
ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION			1,50	m.c.a.
PERDIDAS EN LA SUCCION				
LONGITUD TUBERIA	2,00	m		
LONGITUD EQUIVALENTE	10,00	m		
LONGITUD TOTAL	12,00	m		
DIAMETRO SUCCION	2,5	Pulg.		
Q (CAUDAL DISEÑO)	5,55	LPS		
COEFICIENTE C	100	H.G.		
V (VELOCIDAD)	1,75	m/s		
PERDIDA UNITARIA	0,094	m/m		
PERDIDAS EN LA SUCCION			1,13	m
CABEZA DINAMICA TOTAL (C.D.T.)			78,28	m.c.a.
C.D.T. DE DISEÑO			**79,00**	**m.c.a.**

POTENCIA

$$P_{(H.P.)} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_B}{76 \cdot \eta}$$

CON EFICIENCIA (h) 75 %

$$\text{POTENCIA} = \frac{5{,}55 \times 1{,}00 \times 79{,}00}{76 \times 0{,}75}$$

POTENCIA = 7,69 H.P.

POTENCIA DE DISEÑO	**8,00**	**H.P.**

SE DEBEN INSTALAR DOS (2) BOMBAS, CADA UNA PARA EL 100% DEL CAUDAL TOTAL. LAS BOMBAS DEBEN TRABAJAR ALTERNADAMENTE Y UNA SER SUPLENCIA DE LA OTRA.

TANQUE HIDRO

POTENCIA	8,00	H.P.
CAUDAL TOTAL DE BOMBEO (QT)	5,55	LPS
C.D.T.	79,00	m.c.a.
RANGO DE PRESIONES		
PRESION INICAL (Pa)	116,13	P.S.I.
PRESION FINAL (Pb)	136,13	P.S.I.
TIEMPO DE REGULACIÓN (T)	1,20	min.

CAUDAL DE DISEÑO DEL TANQUE

Qm = QT x 60 %

Qm	3,33	LPS

VOLUMEN DE REGULACIÓN

$$V_R = Qm \cdot \frac{T}{4}$$

VR	59,96	LTS

VOLUMEN DEL TANQUE

$$V_T = V_R \cdot \frac{Pb + 14.7}{Pb - Pa}$$

VOLUMEN TANQUE	**452,20**	**LTS**

5.1.1.5 Cálculo desagües aguas residuales

BAÑOS TIPO 2 MUJERES	UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
INODORO, PUBLICO (LAVADO MAYOR A 1.6 GPD)	6,00	6,00	1,43	2,00	4,00
DESAGÜE DE PISO ø2"	3,00	9,00	1,66	2,12	4,00
LAVAMANOS	3,00	12,00	1,85	2,20	4,00
LAVAMANOS	3,00	15,00	2,01	2,27	4,00

BAÑOS TIPO 2 HOMBRES	UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
INODORO, PUBLICO (LAVADO MAYOR A 1.6 GPD)	6,00	6,00	1,43	2,00	4,00
DESAGÜE DE PISO ø2"	3,00	9,00	1,66	2,12	4,00
ORINAL	4,00	13,00	1,90	2,23	4,00
LAVAMANOS	3,00	16,00	2,06	2,29	4,00

BATERÍA LAVAMANOS HOMBRES	UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
LAVAMANOS	3,00	3,00	1,11	1,82	2,00
LAVAMANOS	3,00	6,00	1,43	2,00	3,00
DESAGÜE DE PISO ø2"	3,00	9,00	1,66	2,12	3,00
LAVAMANOS	3,00	12,00	1,85	2,20	3,00
LAVAMANOS	3,00	15,00	2,01	2,27	3,00

BATERÍA LAVAMANOS MUJERES	UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
LAVAMANOS	3,00	3,00	1,11	1,82	3,00
LAVAMANOS	3,00	6,00	1,43	2,00	3,00
DESAGÜE DE PISO ø2"	3,00	9,00	1,66	2,12	3,00
LAVAMANOS	3,00	12,00	1,85	2,20	3,00
LAVAMANOS	3,00	15,00	2,01	2,27	4,00

BATERÍA HOMBRES	UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
ORINAL	4,00	4,00	1,23	1,89	4,00
ORINAL	4,00	8,00	1,59	2,08	4,00
DESAGÜE DE PISO ø2"	3,00	11,00	1,79	2,18	4,00
INODORO, PUBLICO (1.6 GPD)	4,00	15,00	2,01	2,27	4,00
INODORO, PUBLICO (1.6 GPD)	4,00	19,00	2,19	2,35	4,00

BATERÍA MUJERES	UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
INODORO, PUBLICO (1.6 GPD)	4,00	4,00	1,23	1,89	4,00
INODORO, PUBLICO (1.6 GPD)	4,00	8,00	1,59	2,08	4,00
DESAGÜE DE PISO ø2"	3,00	11,00	1,79	2,18	4,00
INODORO, PUBLICO (1.6 GPD)	4,00	15,00	2,01	2,27	4,00
INODORO, PUBLICO (1.6 GPD)	4,00	19,00	2,19	2,35	4,00

BATERÍA TIPO		UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
BATERÍA LAVAMANOS HOMBRES	BATERÍA LAVAMANOS HOMBRES	15,00	15,00	2,01	2,27	4,00
BATERÍA LAVAMANOS HOMBRES	BATERÍA LAVAMANOS HOMBRES	19,00	34,00	2,72	2,54	4,00
BATERÍA LAVAMANOS HOMBRES	BATERÍA LAVAMANOS HOMBRES	19,00	53,00	3,28	2,73	4,00
BATERÍA LAVAMANOS HOMBRES	EMPALME	15,00	68,00	3,65	2,84	4,00

BATERÍA TIPO PMR	UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
LAVAMANOS	3,00	3,00	1,11	1,82	2,00
DESAGÜE DE PISO ø2"	3,00	6,00	1,43	2,00	2,00
INODORO, PUBLICO (LAVADO MAYOR A 1.6 GPD)	6,00	12,00	1,85	2,20	4,00

NIVEL 5 BAJANTE No. 1		UH	UD ACUM	Q (l/s)	Ø MÍNIMO	Ø ASUMIDO
BAÑOS TIPO CONSULTORIO	EMPALME	12,00	12,00	1,85	2,20	4,00

5.1.1.6 Cálculo de bajantes Aguas residuales

BAR No. 1	
ID	UNIDADES DE DESAGUES
NIVEL 5 BAJANTE No. 1	12
NIVEL 4 BAJANTE No. 1	24
NIVEL 3 BAJANTE No. 1	12
NIVEL 2 BAJANTE No. 1	12
TOTAL UNIDADES	**60**
CAUDAL (l/s)	3,46
DIAMETRO MIN (in)	2,79
DIAMETRO ASUMIDO (in)	4

BAR No. 2	
ID	UNIDADES DE DESAGUES
NIVEL 5 BAJANTE No. 2	79
NIVEL 4 BAJANTE No. 2	45
NIVEL 3 BAJANTE No. 2	45
NIVEL 2 BAJANTE No. 2	81
TOTAL UNIDADES	**250**
CAUDAL (l/s)	6,55
DIAMETRO MIN (in)	3,54
DIAMETRO ASUMIDO (in)	6

5.1.1.7 Caudales finales aguas residuales

ACUMULADO POR CAJA DE INSPECCIÓN			
ID	ELEMENTO ASOCIADO	UNIDADES	CAUDAL
C.I No. 1	NIVEL 1 TRAMO B CI 1	93	
	BAR No.1	60	
	BAR No.2	250	
	TOTAL	**403**	**7,96**
C.I No. 2	BAR No.3	240	
	BAR No.4	69	
	NIVEL 1 TRAMO C CI 2	92	
	TOTAL	**401**	**7,94**
C.I No. 3	BAR No.5	90	
	BAR No.6	75	
	NIVEL 1 TRAMO D CI 3	24	
	TOTAL	**189**	**5,60**

5.1.1.8 Caudales aguas lluvias - Áreas

CANCHAS DE TENIS

PRECIPITACIÓN		150	(mm/h)
ID	ÁREA (m2)	C (RAS Tabla D.4.7)	CAUDAL (l/s)
ÁREA 1	450,00	0,90	16,88
ÁREA 2	450,00	0,90	16,88
ÁREA 3	450,00	0,90	16,88
ÁREA 4	450,00	0,90	16,88
ÁREA 5	450,00	0,90	16,88
ÁREA 6	450,00	0,90	16,88
ÁREA 7	450,00	0,90	16,88
ÁREA 8	450,00	0,90	16,88

CANCHAS DE BALONCESTO

PRECIPITACIÓN		150	(mm/h)
ID	ÁREA (m2)	C (RAS Tabla D.4.7)	CAUDAL (l/s)
ÁREA 1	334,83	0,90	12,56
ÁREA 2	334,83	0,90	12,56
ÁREA 3	334,83	0,90	12,56
ÁREA 4	334,83	0,90	12,56
ÁREA 5	334,83	0,90	12,56
ÁREA 6	334,83	0,90	12,56
ÁREA 7	334,83	0,90	12,56
ÁREA 8	334,83	0,90	12,56
ÁREA 9	334,83	0,90	12,56
ÁREA 10	334,83	0,90	12,56
ÁREA 11	334,83	0,90	12,56
ÁREA 12	334,83	0,90	12,56

5.1.1.9 Caudales aguas lluvias - Bajantes

CALCULO DE LAS BAJANTES DE AGUAS LLUVIAS DEL EDIFICIO
CANCHAS DE TENIS

BALL	ÁREA ASOCIADA	ÁREA (m2)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUMULADO (l/s)	Ø IN MINIMO	Ø IN ASUMIDO
BALL1	ÁREA 1	450,00	16,88	16,88	5,0	6
BALL2	ÁREA 2	450,00	16,88	33,75	5,0	6
BALL3	ÁREA 3	450,00	16,88	50,63	5,0	6
BALL4	ÁREA 4	450,00	16,88	67,50	5,0	6
BALL5	ÁREA 5	450,00	16,88	84,38	5,0	6
BALL6	ÁREA 6	450,00	16,88	101,25	5,0	6
BALL7	ÁREA 7	450,00	16,88	118,13	5,0	6
BALL8	ÁREA 8	450,00	16,88	135,00	5,0	6

CANCHAS DE BALONCESTO

BALL	ÁREA ASOCIADA	ÁREA (m2)	CAUDAL (l/s)	CAUDAL ACUMULADO (l/s)	Ø IN MINIMO	Ø IN ASUMIDO
BALL1	ÁREA 1	334,83	12,56	12,56	4,5	6
BALL2	ÁREA 2	334,83	12,56	25,11	4,5	6
BALL3	ÁREA 3	334,83	12,56	37,67	4,5	6
BALL4	ÁREA 4	334,83	12,56	50,23	4,5	6
BALL5	ÁREA 5	334,83	12,56	62,78	4,5	6
BALL6	ÁREA 6	334,83	12,56	75,34	4,5	6
BALL7	ÁREA 7	334,83	12,56	87,89	4,5	6
BALL8	ÁREA 8	334,83	12,56	100,45	4,5	6
BALL9	ÁREA 9	334,83	12,56	113,01	4,5	6
BALL10	ÁREA 10	334,83	12,56	125,56	4,5	6
BALL11	ÁREA 11	334,83	12,56	138,12	4,5	6
BALL12	ÁREA 12	334,83	12,56	150,68	4,5	6

5.1.1.10 Redes de Urbanismo

Las redes externas fueron diseñadas en función del RAS (Resolución/0330 de 2017).

Los canales y cárcamos de recolección fueron diseñados a flujo estático y dinámico como se verá más adelante.

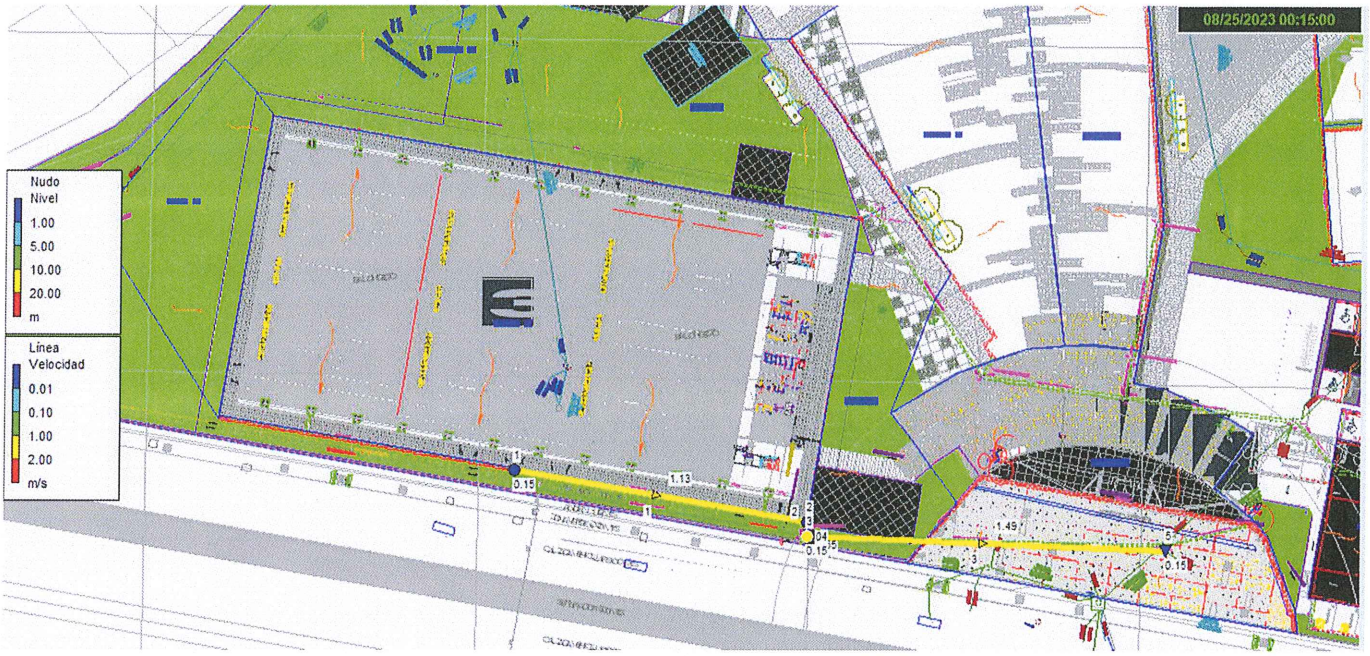
Tramo			Area Tributaria Ha			Tiempo Concentración minutos											Diseño Hidráulico																		
Inicial	De	A	Area Propia	Otras	Area Acum	Tiempo Entrada				v asum	Tiempo Transito asum	Tiempo Conc. Asum	Tiempo Transito	Tiempo Conc.	T_r	Intensidad	Coef. Escorr	Coef. Escorr Prom.	q	Long	Pend	Diam Nom min Critico	Diam. Interior	n	V	Q	q/Q	v	Y	Y / d	F	Fuerza Tractiva	
						Long. Entrada m	Tipo de superficie	Pend m/m	Tiempo de entrada (Te)	m/s	incr	$10 \leq Tc \leq 20$	Incr	Total	Años	I/Ha/s	C	C_{prom}	l/s	m	%	mm.*	m		m/s	l/s		m/s	m	≤93%		$\tau \geq .20$ kg/m^2
1	1	2	0,03		0,03	45	9	0,010	17,61	0,80	0,39	18,00	0,38	17,99	3	261,19	0,30	0,30	2,48	18,89	1,20	250-S8	0,227	0,009	1,80	72,74	0,030	0,836	0,029	12,65	1,90	0,22
	2	43	0,01	0,03	0,04	19	9	0,010	17,99	0,80	0,05	18,04	0,05	18,04	3	261,03	0,30	0,30	3,11	2,56	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,050	0,838	0,03	14,73	1,76	0,21
1	5	6	0,03		0,03	33	2	0,010	5,18	1,00	0,08	10,00	0,07	10,00	3	303,36	0,83	0,83	6,71	4,50	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,100	1,052	0,05	21,47	1,82	0,29
1	7	8	0,09		0,09	8	1	0,060	5,00	1,20	0,05	10,00	0,05	10,00	3	303,36	0,85	0,85	23,21	3,70	0,50	250-S8	0,227	0,009	1,16	46,96	0,490	1,157	0,11	49,66	1,24	0,28
1	9	10	0,09		0,09	8	1	0,060	5,00	1,50	0,06	10,00	0,06	10,00	3	303,36	0,85	0,85	23,21	5,20	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,350	1,495	0,09	40,81	1,81	0,49
	8	10	0,09		0,09	3	1	0,010		1,00	0,66		0,61		3	386,16	0,85	0,85	29,55	39,80	0,36	315-S8	0,284	0,009	1,14	72,41	0,410	1,085	0,13	44,48	1,11	0,24
	10	11	0,13	0,09	0,22	40	1	0,010		1,20	0,39		0,37		3	386,16	0,85	0,85	71,24	28,32	0,35	315-S8	0,284	0,009	1,13	71,40	1,000	1,285	0,23	81,75	0,82	0,30
1	12	13	0,04		0,04	26	2	0,010	5,00	1,10	0,14	10,00	0,13	10,00	3	303,36	0,83	0,83	9,29	9,07	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,140	1,157	0,06	25,26	1,83	0,34
	13	14	0,02	0,04	0,06	9	2	0,010	10,00	1,30	0,15	10,15	0,15	10,15	3	302,45	0,83	0,83	14,01	11,34	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,210	1,301	0,07	31,18	1,83	0,40
	14	15	0,02	0,06	0,08	11	2	0,010	10,15	1,40	0,43	10,57	0,43	10,58	3	299,83	0,83	0,83	18,60	35,78	1,00	315-S8	0,284	0,009	1,91	120,69	0,150	1,381	0,08	26,54	1,90	0,44
1	15	16	0,07		0,07	34	2	0,010	5,26	1,30	0,11	10,00	0,11	10,00	3	303,36	0,83	0,83	17,17	8,91	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,260	1,377	0,08	34,69	1,83	0,44
	16	19	0,06	0,07	0,12	9	2	0,010	10,00	1,60	0,10	10,10	0,10	10,10	3	302,74	0,83	0,83	31,16	9,48	1,00	315-S8	0,284	0,009	1,91	120,69	0,260	1,598	0,10	34,66	1,90	0,55
	19	20	0,09	0,12	0,21	50	2	0,010	10,10	1,80	0,08	10,18	0,08	10,18	3	302,23	0,83	0,83	53,25	8,93	1,00	315-S8	0,284	0,009	1,91	120,69	0,440	1,846	0,13	46,50	1,84	0,68
1	17	18	0,04		0,04	45	2	0,010	6,05	1,20	0,15	10,00	0,15	10,00	3	303,36	0,83	0,83	11,11	11,10	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,170	1,218	0,06	27,67	1,83	0,36
	18	19		0,04	0,04	11	2	0,010	10,00	1,20	0,25	10,25	0,24	10,24	3	301,82	0,83	0,83	11,06	17,83	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,170	1,216	0,06	27,60	1,83	0,36
1	21	23	0,02		0,02	23	2	0,010	5,00	0,90	0,41	10,00	0,41	10,00	3	303,36	0,83	0,83	5,18	22,04	0,80	250-S8	0,227	0,009	1,47	59,40	0,090	0,902	0,05	19,96	1,62	0,22
	23	25	0,07	0,02	0,09	22	2	0,010	10,00	1,10	0,43	10,43	0,42	10,42	3	300,69	0,83	0,83	22,15	28,45	0,50	315-S8	0,284	0,009	1,35	85,34	0,260	1,132	0,10	34,76	1,34	0,27
1	22	23	0,03		0,03	35	2	0,010	5,34	1,00	0,10	10,00	0,10	10,00	3	303,36	0,83	0,83	6,63	6,00	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,100	1,049	0,05	21,34	1,81	0,29
1	24	25	0,04		0,04	49	2	0,010	6,32	1,20	0,09	10,00	0,09	10,00	3	303,36	0,83	0,83	10,61	6,63	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,160	1,202	0,06	27,03	1,83	0,36
1	26	27	0,10		0,10	3	1	0,010	5,00	1,40	0,54	10,00	0,55	10,00	3	303,36	0,85	0,85	26,31	45,01	0,70	250-S8	0,227	0,009	1,37	55,56	0,470	1,354	0,11	48,43	1,48	0,39
	27	28	0,10	0,10	0,20	45	1	0,010	10,00	1,50	0,59	10,59	0,55	10,55	3	299,71	0,85	0,85	51,98	53,15	0,70	315-S8	0,284	0,009	1,59	100,97	0,510	1,606	0,14	50,87	1,52	0,50
1	29	30	0,07		0,07	45	1	0,010	5,50	1,30	0,50	10,00	0,53	10,00	3	303,36	0,85	0,85	18,10	38,97	0,70	250-S8	0,227	0,009	1,37	55,56	0,330	1,227	0,09	39,27	1,52	0,34
	30	31	0,10	0,07	0,17	38	1	0,010	10,00	1,50	0,52	10,52	0,51	10,51	3	300,15	0,85	0,85	43,94	46,63	0,70	315-S8	0,284	0,009	1,59	100,97	0,440	1,539	0,13	46,14	1,55	0,47
	31	32	0,17	0,17	0,34	46	1	0,010	10,51	1,70	0,29	10,79	0,27	10,78	3	298,49	0,85	0,85	87,19	29,25	0,70	315-S8	0,284	0,009	1,59	100,97	0,860	1,794	0,20	71,70	1,31	0,59
	32	35	0,15	0,34	0,50	29	1	0,010	10,78	1,90	0,19	10,96	0,18	10,96	3	297,45	0,85	0,85	125,39	21,37	0,70	355-S8	0,327	0,009	1,75	147,06	0,850	1,967	0,23	70,99	1,35	0,68
	35	20	0,10	0,50	0,60	21	1	0,010	10,96	2,00	0,21	11,17	0,20	11,16	3	296,23	0,85	0,85	150,06	25,37	0,80	355-S8	0,327	0,009	1,87	157,21	0,950	2,131	0,26	78,15	1,33	0,79
1	33	34	0,05		0,05	42	1	0,010	5,32	1,30	0,25	10,00	0,26	10,00	3	303,36	0,85	0,85	12,89	19,58	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,190	1,270	0,07	29,86	1,83	0,39
	34	35	0,05	0,05	0,10	19	1	0,010	10,00	1,40	0,07	10,07	0,06	10,06	3	302,94	0,85	0,85	25,75	5,67	1,00	250-S8	0,227	0,009	1,64	66,41	0,390	1,537	0,10	43,22	1,80	0,51
1	36	37	0,04		0,04	39	1	0,001	11,04	1,00	0,33	11,36	0,36	11,39	3	295,08	0,85	0,85	10,21	19,52	0,48	250-S8	0,227	0,009	1,14	46,01	0,220	0,914	0,07	32,01	1,27	0,20
	37	38	0,04	0,04	0,08	19	1	0,001	11,39	1,20	0,21	11,60	0,23	11,62	3	293,67	0,85	0,85	20,32	15,19	0,48	250-S8	0,227	0,009	1,14	46,01	0,440	1,102	0,11	46,53	1,23	0,26
	38	39	0,22	0,08	0,31	20	1	0,001	11,62	1,40	0,32	11,94	0,29	11,91	3	291,73	0,85	0,85	75,95	26,64	0,48	355-S8	0,327	0,009	1,45	121,77	0,620	1,529	0,19	57,20	1,25	0,43
	39	40		0,31	0,31	26	1	0,001	11,91	1,40	0,47	12,38	0,43	12,34	3	289,22	0,85	0,85	75,30	39,44	0,48	355-S8	0,327	0,009	1,45	121,77	0,620	1,526	0,19	56,89	1,25	0,42
	40	41	0,17	0,31	0,47	39	1	0,001	12,34	1,80	0,59	12,93	0,63	12,97	3	286,18	0,85	0,85	115,11	63,36	0,48	400-S8	0,362	0,009	1,55	159,70	0,720	1,689	0,23	62,87	1,22	0,49
1	11	41	0,30		0,30	61	1	0,001	13,80	2,00	0,28	14,09	0,28	14,09	3	280,01	0,85	0,85	70,98	33,94	1,42	36-S4	0,900	0,009	4,90	3116,01	0,020	2,017	0,09	10,42	2,54	0,84
	41	42	0,55	0,30	0,85	63	1	0,001	14,09	3,00	0,20	14,29	0,22	14,31	3	278,96	0,85	0,85	202,17	36,72	1,42	36-S4	0,900	0,009	4,90	3116,01	0,060	2,758	0,16	17,26	2,68	1,35
	42	43	0,13	0,85	0,98	36	1	0,001	14,31	3,00	0,04	14,34	0,04	14,34	3	278,69	0,85	0,85	231,60	6,33	1,42	36-S4	0,900	0,009	4,90	3116,01	0,070	2,871	0,17	18,45	2,69	1,43

PERFIL HIDRÁULICO

Inicio	Tramo		Caida	Cota Clave		Cota rasante		Tipo de rasante	Recubrimiento ≥ 0.90 m		Pozo repetido	Cota batea		$\frac{V^2}{2g}$	Energía especifica	Alineamiento	FLUJO SUBCRITICO				FLUJO SUPERCRITICO						Cota Clave sugerida
1	De	A	Tramo m	Super	Infer	Super	Infer	1 2 3 4 5	Super	Infer	1	Super	Infer	m	m	%	r.c/ϕ	HC	0.2 D H_v	Hp	Yc	0.319Qd / $\phi^{2.5}$	Hc	He	K	Hw	Super
1	1	2	0,23	420,00	419,77	421,00	421,00	5	1,00	1,23		419,76	419,53	0,04	0,06		3				0,04	0,032	0,05	0,00	1,2	0,06	
	2	43	0,03	419,77	419,74	421,00	421,00	5	1,23	1,26		419,53	419,50	0,04	0,07						0,04	0,040	0,06	0,00			419,74
1	5	6	0,05	420,05	420,01	421,00	421,00	5	0,95	1,00		419,81	419,77	0,06	0,11		3				0,07	0,087	0,09	0,00	1,2	0,11	
1	7	8	0,02	420,58	420,56	421,00	421,00	5	0,42	0,44		420,34	420,32	0,07	0,18		3				0,13	0,302	0,18	0,01	1,2	0,22	419,95
1	9	10	0,05	420,48	420,43	421,00	421,00	5	0,52	0,57		420,24	420,19	0,11	0,21		2				0,13	0,302	0,18	0,01	1,2	0,22	420,45
	8	10	0,14	420,56	420,42	421,00	421,00	5	0,44	0,58	1	420,26	420,12	0,06	0,19		2				0,13	0,219	0,19	0,00	1,2	0,23	420,36
	10	11	0,10	420,42	420,32	421,00	422,00	5	0,58	1,68	1	420,12	420,02	0,08	0,32	-3,53	3	0,017	0,00	0,01							420,32
1	12	13	0,09	422,35	422,26	423,27	423,27	1	0,92	1,01		422,11	422,02	0,07	0,13		3				0,08	0,121	0,11	0,00	1,2	0,13	420,25
	13	14	0,11	422,26	422,15	423,27	423,27	1	1,01	1,12		422,02	421,91	0,09	0,16		2				0,10	0,182	0,13	0,00	1,2	0,16	422,19
	14	16	0,36	422,15	421,79	423,27	423,27	1	1,12	1,48		421,85	421,49	0,10	0,17		3				0,11	0,138	0,14	0,00	1,2	0,17	422,11
1	15	16	0,09	422,35	422,26	423,27	423,27	1	0,92	1,01		422,11	422,02	0,10	0,18		2				0,11	0,223	0,15	0,00	1,2	0,18	421,63
	16	19	0,09	421,79	421,69	423,27	423,27	1	1,48	1,58	1	421,49	421,39	0,13	0,23		2				0,14	0,231	0,19	0,00	1,2	0,23	422,21
	19	20	0,09	421,69	421,60	423,27	423,27	1	1,58	1,67		421,39	421,30	0,17	0,31		3				0,18	0,395	0,26	0,01	1,2	0,33	421,56
1	17	18	0,11	422,36	422,25	423,27	423,27	1	0,91	1,02		422,12	422,01	0,08	0,14		3				0,09	0,144	0,12	0,00	1,2	0,14	421,35
	18	19	0,18	422,25	422,07	423,27	423,27	1	1,02	1,20		422,01	421,83	0,08	0,14		3				0,09	0,144	0,12	0,00	1,2	0,14	422,17
1	21	23	0,18	421,30	421,12	421,91	421,91	1	0,61	0,79		421,06	420,89	0,04	0,09		2				0,06	0,067	0,08	0,00	1,2	0,09	421,99
	23	25	0,14	421,12	420,98	421,91	421,91	1	0,79	0,93		420,82	420,68	0,07	0,16		3				0,12	0,164	0,16	0,00	1,2	0,19	421,13
1	22	23	0,06	421,18	421,12	421,91	421,91	1	0,73	0,79		420,94	420,88	0,06	0,10		3				0,07	0,086	0,09	0,00	1,2	0,11	420,83
1	24	25	0,07	421,06	420,99	421,91	421,91	1	0,85	0,92		420,82	420,76	0,07	0,13		3				0,08	0,138	0,11	0,00	1,2	0,14	421,06
1	26	27	0,32	422,70	422,38	423,61	423,61	5	0,91	1,23		422,46	422,15	0,09	0,20		2				0,13	0,342	0,19	0,01	1,2	0,24	420,92
	27	28	0,37	422,38	422,01	423,61	423,92	4	1,23	1,91		422,09	421,71	0,13	0,28	-0,58					0,18	0,386	0,26	0,01			422,31
1	29	30	0,27	422,64	422,37	423,61	423,61	5	0,97	1,24		422,40	422,13	0,08	0,17		2				0,11	0,235	0,15	0,00	1,2	0,19	
	30	31	0,33	422,34	422,02	423,61	423,61	5	1,27	1,59		422,04	421,72	0,12	0,25		2				0,16	0,326	0,23	0,01	1,2	0,29	422,32
	31	32	0,20	421,90	421,70	423,61	423,61	5	1,71	1,91		421,60	421,40	0,16	0,37		2				0,24	0,647			1,2	0,51	421,86
	32	35	0,15	421,68	421,53	423,61	423,61	4	1,93	2,08		421,33	421,18	0,20	0,43		2				0,27	0,654			1,2	0,60	421,43
	35	20	0,20	421,47	421,26	423,61	423,27	4	2,14	2,01		421,13	420,92	0,23	0,49	1,34					0,30	0,783					421,16
1	33	34	0,20	422,70	422,50	423,61	423,61	4	0,91	1,11		422,46	422,27	0,08	0,15		3				0,09	0,168	0,13	0,00	1,2	0,15	
	34	35	0,06	422,44	422,38	423,61	423,61	4	1,17	1,23		422,20	422,14	0,12	0,22						0,13	0,335	0,19	0,01			422,42
																	3		0,01	0,12							422,25
1	36	37	0,09	420,69	420,60	421,69	422,12	4	1,00	1,52		420,45	420,36	0,04	0,12	-2,20	3				0,08	0,133	0,11	0,00	1,2	0,14	
	37	38	0,07	420,60	420,52	422,12	422,56	4	1,52	2,04		420,36	420,28	0,06	0,17	-2,90	2				0,12	0,264	0,16	0,00	1,2	0,20	420,53
	38	39	0,13	420,52	420,40	422,56	422,48	4	2,04	2,08		420,18	420,05	0,12	0,31	0,30	2				0,21	0,396	0,30	0,02	1,2	0,38	420,53
	39	40	0,19	420,40	420,21	422,48	422,48	4	2,08	2,27		420,05	419,87	0,12	0,30		2				0,21	0,393	0,30	0,02	1,2	0,38	420,20
	40	41	0,30	420,18	419,87	422,48	422,48	4	2,30	2,61		419,80	419,49	0,15	0,37						0,25	0,466	0,37	0,03			420,05
																	1		0,04	0,34							419,74
1	11	41	0,48	420,31	419,83	422,00	422,48	4	1,69	2,65	1	419,37	418,89	0,21	0,30	-1,41	1				0,15	0,029	0,20	0,00	1,3	0,26	
	41	42	0,52	419,83	419,31	422,48	421,00	4	2,65	1,69	1	418,89	418,37	0,39	0,54	4,03	1				0,26	0,084	0,35	0,00	1,3	0,46	419,66
	42	43	0,09	419,31	419,22	421,00	421,00	4	1,69	1,78		418,37	418,28	0,42	0,59						0,28	0,096	0,38	0,00			419,01
																											418,48

5.1.1.10.1Análisis cárcamos críticos y tubería de descole a Flujo Uniforme en Swmm V 5.0.

El nombre SWMM, se denomina por las siglas de stormwater management model o en español modelo de gestión de aguas pluviales, desarrollado por la EPA (Environmental Protection Agency) de los Estados Unidos, que fue desarrollado como un modelo dinámico de simulación de precipitaciones para ser empleado en un único episodio o en una simulación de periodo extendido. Este cuenta con dos módulos uno de escorrentía o hidrología y otro de transporte o hidráulico, que será el que emplearemos en este aparte, este módulo analiza el recorrido del agua a través de un sistema de tuberías, conductos o canales entre otros dispositivos, con el fin de conocer sus condiciones hidráulicas y de operación en múltiples intervalos de tiempo. (EPA, 2005)



Esquema 1: Imagen tomada de Plano SWMM

Se estableció un plano de trabajo para la zona en donde las aguas lluvias descargan al carcamo de recoleccion longitudinal en el edificio 3 al cual descargan la sbajantes de aguas lluvias, para una sección típica, con el fin de establecer el espejo de agua mínimo para condiciones uniformes realizando la modelación con onda cinemática el cual representa las condiciones normales de operación, sin tener en cuenta remansos, flujos a presión o flujo inverso. Sin embargo se realizo tambien la modelaciòn para flujo dinamico el cual cumple las anteriores condiciones.

Para introducir los datos de trabajo en la interface se establecieron puntos de conexión o nudos como puntos de arranque y finalización.

Conducto 1

Propiedad	Valor
Nombre	1
Nudo inicial	1
Nudo final	2
Descripción	
Marca	
Forma	RECT_CLOSE[...
Altura (Prof.Máx.)	0.30
Longitud	45
Coef. Manning (n)	0.016
Desnivel Entrada	0
Desnivel Salida	0
Caudal inicial	0
Caudal máximo	0
Coef. Pérd. Entrada	0
Coef. Pérd. Salida	0
Coef. Pérd. Medio	0
Compuerta antirretorno	NO

Nudo 1

Propiedad	Valor
Nombre	1
Coordenada X	1123.749
Coordenada Y	3175.018
Descripción	
Marca	
Aportes	YES ...
Tratamiento	NO
Cota del fondo	423.31
Profundidad Máxima	0.30
Nivel inicial	0
Altura de Sobrepresión	0
Área de inundación	0

Los valores introducidos en los nudos fueron los aportes directos de los caudales provenientes de las bajantes del edificio, y el área objeto de estudio, y la cota de fondo del pozo de descarga ya establecido en los planos de diseño, así como la profundidad máxima en cada nodo fue la profundidad máxima inicial que tendrá el cárcamo que para este caso fue 0.30m.

Los datos introducidos de los conductos que para nuestro caso de estudio es la sección transversal del cárcamo y de la tubería de descarga, fueron la altura máxima de la sección, la longitud del tramo objeto de estudio y el coeficiente de rugosidad de Manning (n).

Con los datos anteriores y con la configuración de las opciones de simulación siguientes:

Opciones de Simulación

General | Fechas | Intervalos | Onda Dinámica | Archivos

	Fecha (mm/dd/aaaa)	Hora (HH:MM)
Inicio del Análisis	06/12/2023	00:00
Inicio del Informe	06/12/2023	00:00
Final del Análisis	06/12/2023	12:00
Comienzo Limpieza de Calles (mm/dd)		01/01
Finalización Limpieza de Calles (mm/dd)		12/31
Días Previos sin lluvia		0

Opciones de Simulación

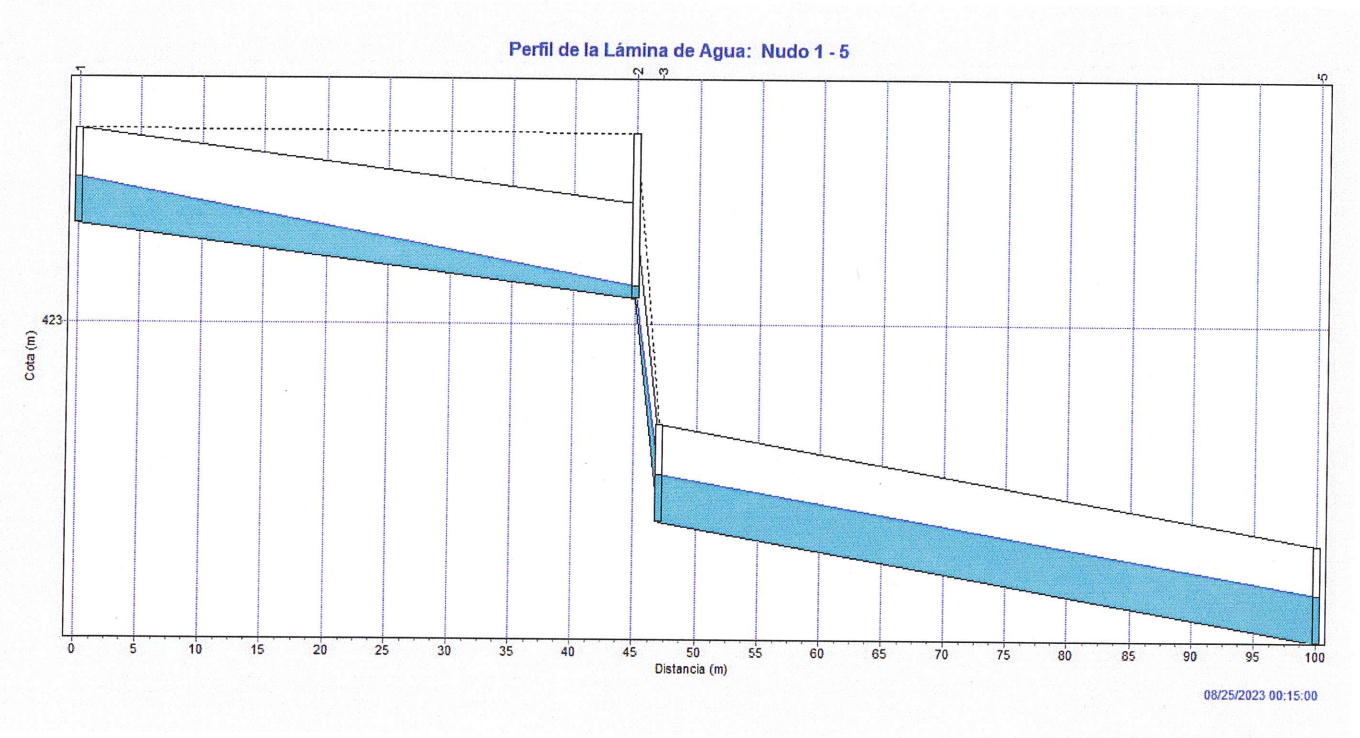
General | Fechas | Intervalos | Onda Dinámica | Archivos

	Días	Hora:Min:Seg
Informe	0	00:15:00
Escorrentía: Tiempo Seco	0	01:00:00
Escorrentía: Tiempo de Lluvia	0	00:15:00
Transporte	60	Segundos

Se estableció un análisis para un periodo de 12 horas con intervalos de tiempo de 15 minutos y un periodo de análisis de transporte de 60 segundos.

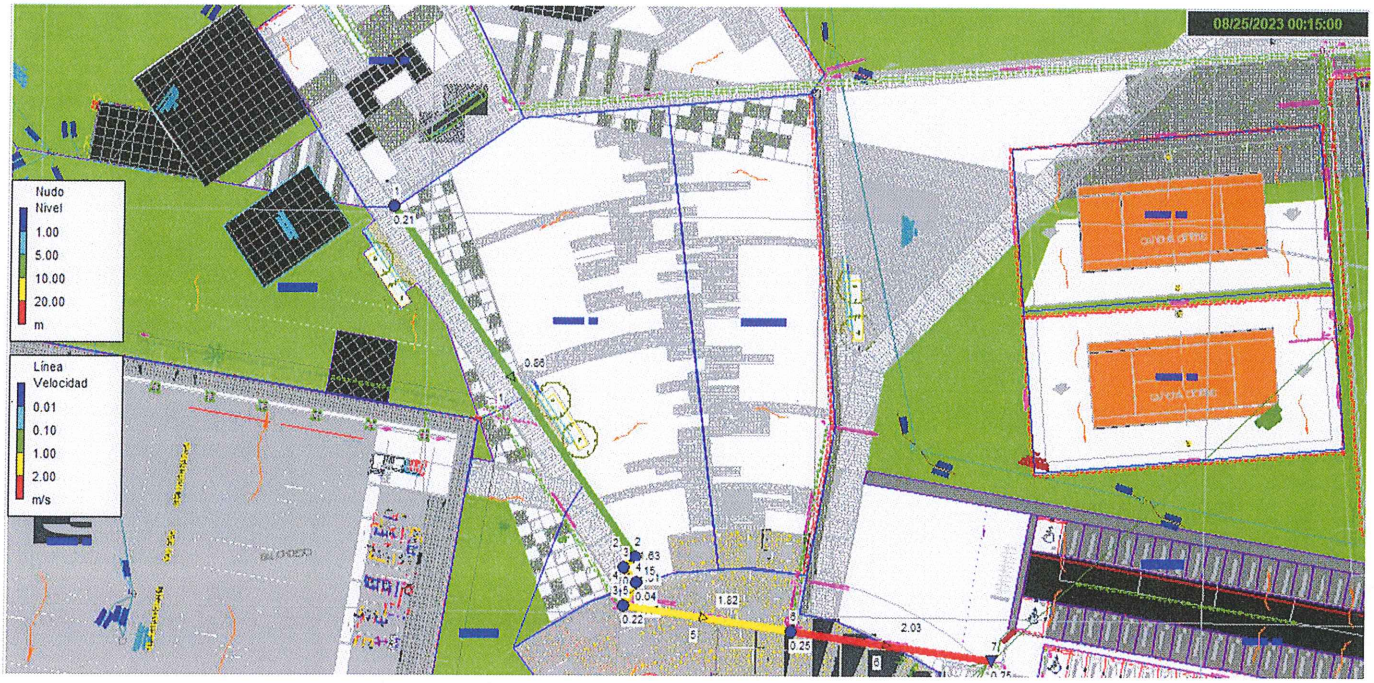
Luego de introducir los datos y las opciones de modelación, se realizó una corrida de la simulación para un cárcamo de 0.30m de altura y 0.25 m de base, como se muestra a continuación.

Modelación Hidraulica.



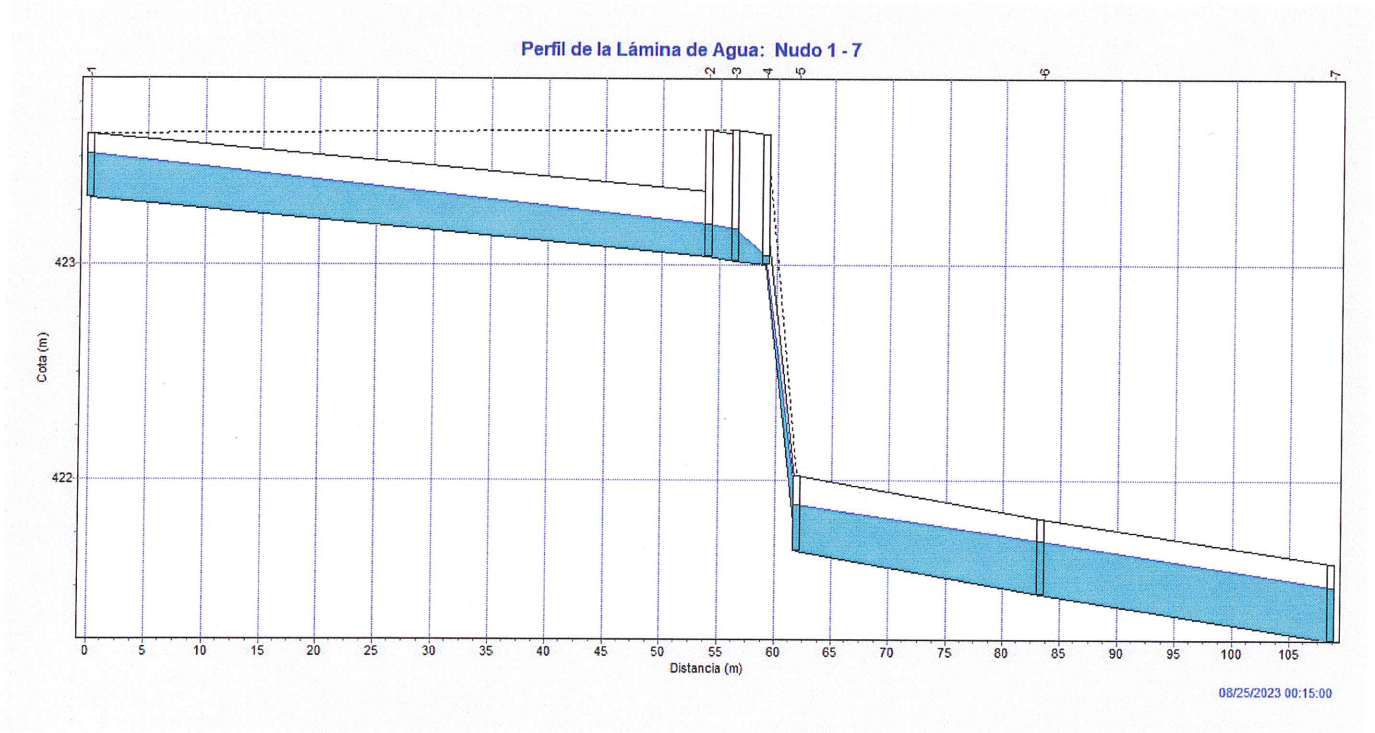
La máxima profundidad alcanzada en el cárcamo fue de 0.15m perimetral al edificio 3 , debido a lo anterior para garantizar un borde libre mínimo de 15 cm la profundidad mínima del canal deberá ser de 0.30m en el arranque garantizando una pendiente mínima de 0.5% a lo largo de su recorrido con la cual se garantiza que el tránsito de los caudales se realiza a flujo libre. Los cárcamos proyectados descargaran con tubería de 10" mediante la cual se realizará el descole final a cada tramo de alcantarillado correspondiente. Los demás resultados de la modelación se presentarán como anexo.

5.1.1.10.2Análisis cárcamos típicos en zonas de circulación y tubería de descole a Flujo Uniforme en Swmm V 5.0.



Esquema 2: Imagen tomada de Plano SWMM

Luego de introducir los datos y las opciones de modelación, se realizó una corrida de la simulación para un cárcamo de 0.30 m de altura y 0.25 m de base, como se muestra a continuación.



La máxima profundidad alcanzada en el cárcamo fue de 0.21m en el primer tramo, debido a lo anterior para garantizar un borde libre mínimo de 15 cm la profundidad mínima del canal deberá ser de 0.35m en el arranque garantizando una pendiente mínima de 0.5% a lo largo de su recorrido con la cual se garantiza que el tránsito de los caudales se realiza a flujo libre. Los cárcamos proyectados descargaran con tubería de 10" mediante la cual se

realizará el descole final a cada tramo de alcantarillado correspondiente. Los demás resultados de la modelación se presentarán como anexo.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los planos del proyecto se especificaron cada una de las obras hidráulicas diseñadas, los cárcamos de recolección deberán cumplir las pendientes mínimas y dimensiones mínimas establecidas en los planos de diseño.

Deberán respetarse los diámetros, pendientes mínimas y cotas establecidas en el proyecto a fin de no modificar las condiciones de operación y diseño.

Para los tramos de alcantarillado que no cumplen tapadas mínimas deberán construirse cárcamos de protección de tuberías de acuerdo a lo establecido en los detalles presentados como Anexos.

Frank Rodriguez

Ingeniero FRANK RODRÍGUEZ SANABRIA

Especialista Hidráulico

REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2023-2254765

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que FRANK RODRIGUEZ SANABRIA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1032390839, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 25202-243348 desde el 18 de Enero de 2013, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 89.

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 siete (07) días del mes de Septiembre del año dos mil veintitres (2023).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

Frank Rodriguez
Firmal del titular (*)

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



REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.
25202-243348 CND
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 18/01/2013
FRANK
RODRIGUEZ SANABRIA
C.C. 1032390839
UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

PRESIDENTE DEL CONSEJO

VALIDO UNICAMENTE PARA DISEÑOS HIDROSANITARIO Y RCI CONSTRUCCION DE ESPACIOS DEPORTIVOS (PARQUE SIKUANI Y CANCHA DE LA ESPERANZA) MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO-META



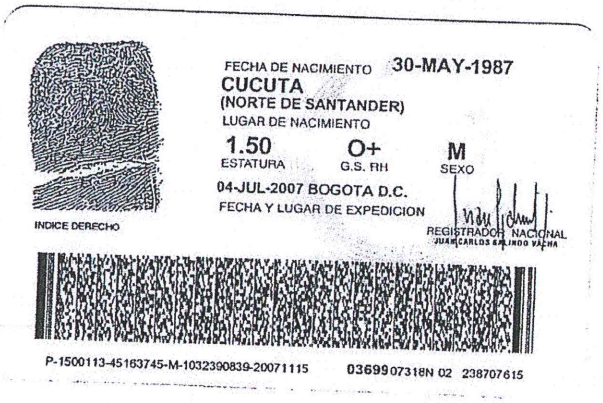
REPUBLICA DE COLOMBIA
IDENTIFICACION PERSONAL
CEDULA DE CIUDADANIA

NUMERO 1.032.390.839

RODRIGUEZ SANABRIA
APELLIDOS

FRANK
NOMBRES

FIRMA



INDICE DERECHO

FECHA DE NACIMIENTO 30-MAY-1987
CUCUTA
(NORTE DE SANTANDER)
LUGAR DE NACIMIENTO

1.50
ESTATURA

O+
G.S. RH

M
SEXO

04-JUL-2007 BOGOTA D.C.
FECHA Y LUGAR DE EXPEDICION

REGISTRADOR NACIONAL
JUAN CARLOS GALINDO VACHA

P-1500113-45163745-M-1032390839-20071115 03699 07318N 02 238707615

Villavicencio, 23 de octubre de 2023

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD DE REDES ELÉCTRICAS PARA MEJORAMIENTO DEL PARQUE SIKUANI DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO META.

Señores: Consorcio Espacios Deportivos.

Yo, Daniel Alejandro Arias Cano identificado con Cedula de Ciudadanía N. 1088018765 de Dosquebradas (Risaralda), Ingeniero electricista con matrícula profesional N. AN205-146149 expedida por el consejo profesional de Antioquia. Manifiesto mi responsabilidad en el diseño de redes eléctricas para el mejoramiento del parque SIKUANI del municipio de Villavicencio del departamento del Meta.

Atentamente,

DANIEL ALEJANDRO ARIAS CANO
INGENIERO ELECTRISISTA
MP. AN205-146149

MEJORAMIENTO DEL PARQUE SIKUANI DEL MUNICIPIO DE VILLAVICENCIO – DEPARTAMENTO DEL META

MEMORIAS DE CÁLCULO
DE REDES DE BAJA TENSIÓN

DISEÑADOR:
ING. DANIEL ALEJANDRO ARIAS CANO
M.P. AN205-146149

OCTUBRE 2023

VILLAVICENCIO - META

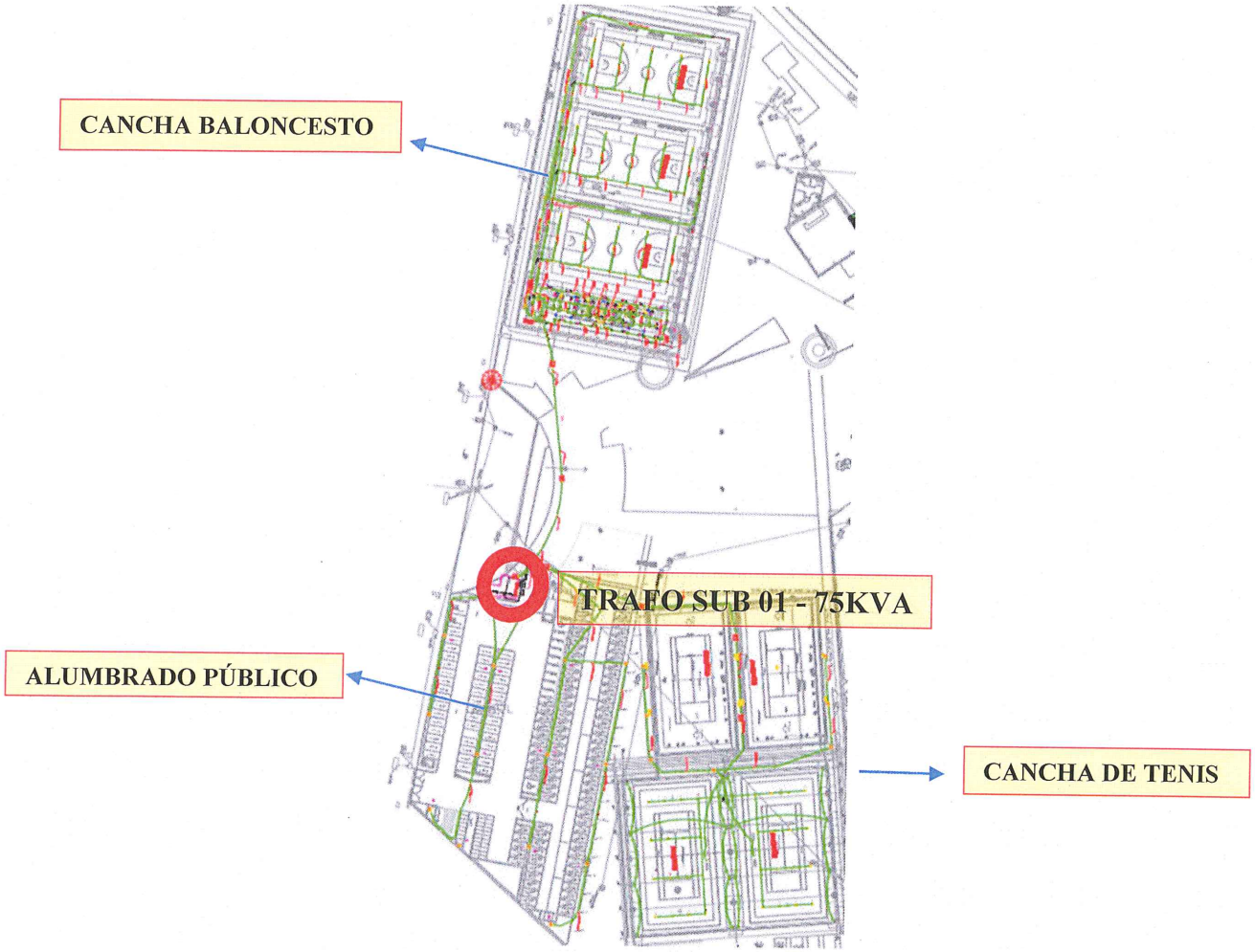
TABLA DE CONTENIDO

1.		RESUMEN DEL PROYECTO	3
2.		DISEÑO DETALLADO SEGÚN RETIE ARTÍCULO 10.1	3
	a.	Análisis y cuadros de carga iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.	3
	b.	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.	4
	c.	Análisis de cortocircuito y falla a tierra.	7
	d.	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.	7
	e.	Análisis de riegos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.	7
	f.	Análisis del nivel de tensión requerido.	7
	g.	Cálculo de campos electromagnéticos.	8
	h.	Cálculo de transformador incluyendo los efectos de los armónicos y factor de la distribución de la carga.	8
	i.	Cálculo del sistema de puesta a tierra	8
	j.	Cálculo económico del conductor, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de energía	8
	k.	Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo a la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente	8
	l.	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos	10
	m.	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes	10
	n.	Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).	11
	o.	Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos armónicos y factor de potencia.	15
	p.	Cálculos de caída de tensión.	16
	q.	Clasificación de áreas.	17

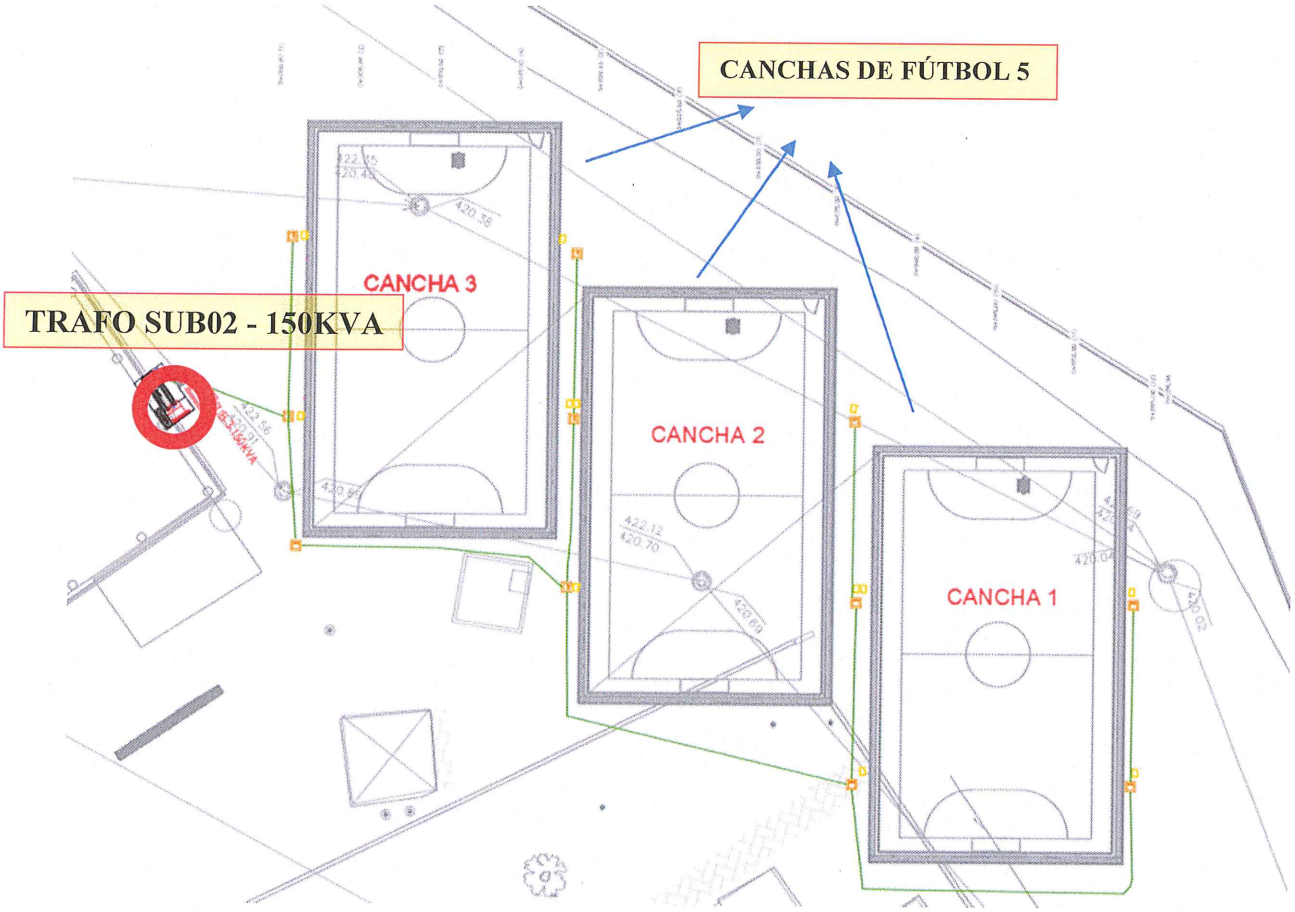
r.	Elaboración de diagramas unifilares.	17
s.	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.	18
t.	Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.	18
u.	Establecer las distancias de seguridad requeridas.	18
v.	Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas de la instalación.	21
w.	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.	21
ANEXO No.1 (a. Análisis y cuadro de cargas)		22
ANEXO No.2 (c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra)		26
ANEXO No.3 (e. Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlos)		28
ANEXO No.4 (m. Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes)		34

1. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente informe se elabora para el proyecto de "Mejoramiento del parque Sikuani Del Municipio De Villavicencio, – Departamento del Meta", el cual se conectará a dos transformadores existentes, dentro del parque, y los cuales tiene la capacidad de soportar la carga. El Tablero de la subestación 01 estará conectado al Transformador de 75kva; y el Tablero de la subestación 03 estará conectado al Transformador de 150kva.



El transformador 01 alimentará las canchas de tenis, alumbrado público y cancha cubierta de baloncesto.



El transformador 02 alimentará las canchas de fútbol 5 del proyecto.

Existe un tercer transformador de 112.5kva el cual no esta en funcionamiento, en un futuro se pretende ser utilizado para otras canchas deportivas.

2. DISEÑO DETALLADO SEGÚN RETIE ARTÍCULO 10.1

a. Análisis y cuadros de carga iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.

En el **anexo No.1** se presentan los cuadros de carga de todos los tableros del proyecto. La tabla a-1 muestra el listado de estos.

TABLERO	TABLA
Transformador 01 75KVA	1.1
T. Canchas Baloncesto	1.2
T. Canchas de Tennis	1.3
Transformador 03 150KVA	1.4
T. Canchas Fútbol 5	1.5

TABLA a-1 LISTADO DE CUADROS DE CARGAS DE TABLEROS

El factor de potencia para este tipo de instalación se estima en 0,9.

Aunque los equipos eléctricos generan armónicos debido al uso, al factor de coincidencia y a factores de carga, estos no inciden en la generación de armónicos relevantes.

Para confirmar que soporta cada transformador la capacidad requerida, se anexan los Cuadros de Cargas en la tabla 1.1 y la tabla 1.4.

b. Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.

Se presenta los niveles de aislamiento para redes de distribución a 13,2kV

• Parámetros eléctricos - nivel de tensión y BIL	
Media tensión (kV):	**13,2 - 13,8**
Frecuencia en Hz:	60
BIL para media tensión 13,2-13,8 (kV):	95
BIL para baja tensión (kV):	10

- Cálculos para la obra

Datos del sistema:

Tensión nominal, kV	**13,2**	13,8
Tensión max , vm (kV)	**14,5**	15
Nivel de polución (A.M.B):	**b**	b
Factor de diseño para los dps (Ko) :	**0,8**	0,8
Capacidad de los DPS, Kt(1) :	**1,15**	1,15
Factor según sistema de puesta a tierra, Ke	**1,4**	1,4

solido a tierra

- La tensión nominal de los DPS se obtiene teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

Tensión máxima del sistema, vm, kV	**14,5**	15

Tensión continua de operación, cov (kV):	8,4	8,7
Sobretensión temporal, tov (kV):	11,76	12,18
Ro = COV/Ko	10,5	10,875
Re = TOV/Kt	10,23	10,59
Tensión nominal de los DPS, R (kV)	11,55	11,9625
Tensión normalizada del DPS Vn (kV)	12	12

- Coordinación de aislamiento

	Estación	
TENSION SISTEMA KV	13,2	13,8
DPS 10KA - ZnO		
NPR= Vresidual -Nivel de protección del DPS (catálogo), KV*	30	30
NPM-Nivel de protección al impulso tipo maniobra- valor (catálogo), KV*	24,6	24,6
BIL = KexVres, KV	42	42
BSL(aceite)= 0,83xBIL- Tensión soportada al impulso tipo Maniobra para equipos aislados en aceite, KV*	34,86	34,86
Nip(aceite)=BSL(aceite)/NPM, Nivel de protección del equipo por maniobra debe ser >1,15 *	1,42	1,42
BSL(aire)= 0.75xBIL, Tensión soportada al impulso por maniobra para equipos aislados en aire, KV *	31,5	31,5
Nip(aire)=BSL(aire)/NPM, Nivel de protección del DPS, debe ser >1.15	1,28	1,28

BIL normalizadodel equipo en KV *	95	95
Nipr= BIL/NPR, Nivel protección al impulso tipo Rayo	1,4	1,4
Nipr= BIL/NPR, Nivel protección al impulso tipo Rayo (>1.2)	OK	OK
COORDINACION	**CORRECTA**	**CORRECTA**
*** SEGÚN NORMAS IEC 60099-4, ANSI IEEE Std C62.11**		

- Distancia de protección del DPS L(m)

L(metros)= ((BIL-Vres).vel)/(2de/dt)	19,5	19,5

Las distancias mínimas de seguridad, para garantizar aislamiento eléctrico entre los diferentes elementos del sistema, están detalladas en el artículo 13 del RETIE y se aplica en el montaje de los transformadores, utilizados para el suministro de energía eléctrica del proyecto.

Se presentan los niveles de aislamiento para redes de distribución de baja tensión.

Tensión al impulso que deben soportar los equipos (NTC 4552-1 TABLA 3)				
Nivel de tensión de operación de los equipos (V)	BIL REQUERIDO EN kV			
	Contadores	Tableros, interruptores, cables, etc.	Motores, herramientas portátiles	Equipo electrónico
	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATERGORÍA II	CATEGORÍA I
120/240; 120/208	**4**	**2,5**	**1,5**	**0,8**
254/440; 277/480	6	4	2,5	1,5

c. Análisis de cortocircuito y falla a tierra.

En el **anexo 2**, se presentan los análisis de cortocircuito y falla a tierra de cada uno de los tableros del proyecto. En la tabla c-1 se indica cada uno de ellos.

ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO Y FALLA A TIERRA	TABLA
Del transformador 01	2.1
Del transformador 01 hasta el T. Principal Canchas Baloncesto	2.2
Del transformador 01 hasta el T. Principal Canchas Tennis	2.3
Del transformador 03	2.4
Del transformador 03 hasta el T. Principal de Canchas Fútbol 5	2.5

TABLA c-1 LISTADO DE LOS ANÁLISIS DE CORTO CADA UNO DE LOS TABLEROS

d. Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.

Para la evaluación del nivel de riesgo se tomó como base el siguiente diagrama de flujo, el cual evalúa el nivel de riesgo y establece las acciones de protección.

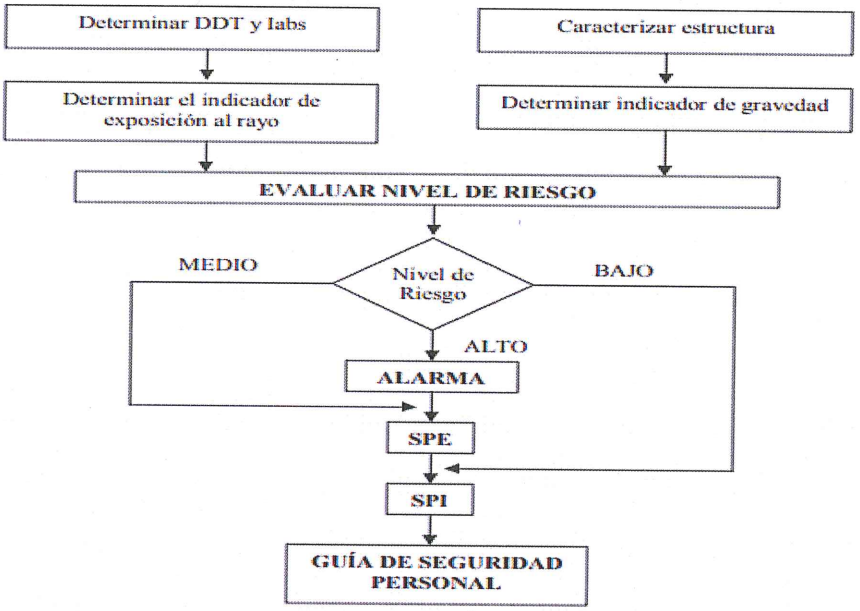


FIGURA d-1 EVALUACIÓN DE RIESGO

Primero se determina la densidad de descargas a tierra (DDT) con la tabla d-1, donde se establece que para Villavicencio es 1.

Ciudad	Latitud	Longitud	Densidad promedio
Barranquilla	10,9	-74,8	1
Cartagena	10,5	-75,5	2
Corozal	9,3	-75,3	3
El Banco	9,1	-74	10
Magangue	9,3	-74,8	5
Montería	8,8	-75,9	2
Quibdó	5,7	-76,6	9

Ciudad	Latitud	Longitud	Densidad promedio
Cali	3,6	-76,4	1
Cúcuta	7,9	-72,5	1
Girardot	4,3	-74,8	5
Ibagué	4,4	-75,2	2
Ipiales	0,8	-77,6	1
Manizales	5	-75,5	2
Medellín	6,1	-75,4	1

Ciudad	Latitud	Longitud	Densidad promedio
Santa Marta	11,1	-74,2	2
Tumaco	1,8	-78,8	1
Turbo	8,1	-76,7	5
Valledupar	10,4	-73,3	2
Riohacha	11,5	-72,9	2
Armenia	4,5	-75,8	2
Barranca	7	-73,8	7
Bogotá	4,7	-74,2	1
Bucaramanga	7,1	-73,1	1

Ciudad	Latitud	Longitud	Densidad promedio
Neiva	3	-75,3	1
Ocaña	8,3	-73,4	2
Pasto	1,4	-77,3	1
Pereira	4,8	-75,7	4
Popayán	2,4	-76,6	1
Remedios	7	-74,7	12
Villavicencio	**4,2**	**-73,5**	**1**
Bagre	7,8	-75,2	12
Samaná	5,4	-74,8	9

TABLA d-1 DENSIDAD DE DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EN COLOMBIA (FUENTE NTC 4552-1)

De acuerdo a la NTC 4552-1, "Los valores máximos de los parámetros de la corriente de rayo del nivel I (NPR I) se reducen a 75% para el nivel II y a 50% para los niveles III y IV. Los parámetros del tiempo no cambian".

Por lo tanto para hallar la I_{abs} nos referimos a la figura d-2 (datos estadísticos de parámetros del rayo en Colombia), tomada de la NTC 4552-1, donde observamos que para el nivel IV la corriente se reduce al 50%, lo cual indica que la I_{abs} es: 40kA.

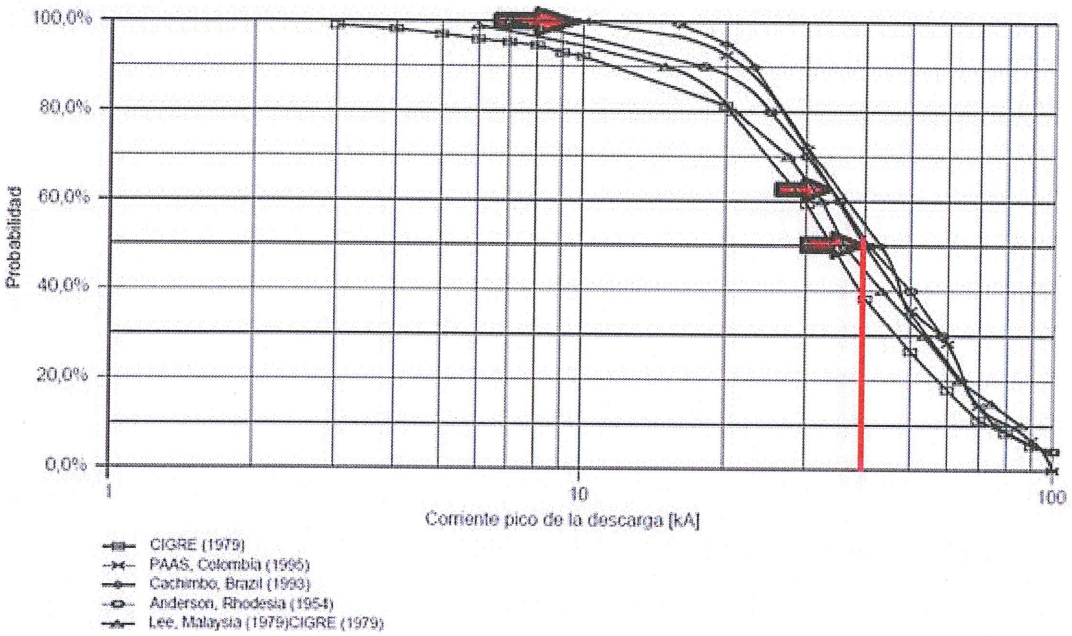


FIGURA d-2 CURVA DE PROBABILIDAD ACUMULADA DE CORRIENTE DE RETORNO NEGATIVA (NTC 4552-1)

Con los datos obtenidos anteriormente de la DDT y la I_{abs}, se determina el nivel de exposición al rayo del proyecto.

Densidad de descargas a tierra (Descargas/km2-año)	Corriente pico absoluta promedio (kA)		
	40 ≤ Iabs	20 ≤ Iabs < 40	Iabs < 20
30 ≤ DDT			
15 ≤ DDT < 30			
5 ≤ DDT < 15			
DDT < 15	X		

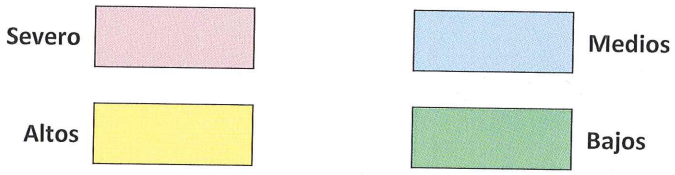


TABLA d-2 INDICADOR DE PARÁMETROS DEL RAYO (NTC 4552-1)

De la tabla d-2 se fija un riesgo medio con relación a los parámetros del rayo. Ahora se determina el nivel de riesgo asociado al indicador de gravedad, con base a la siguiente expresión: $I_G = I_{USO} + I_T + I_{AA}$

Donde,

$$I_G = indicador\ de\ gravedad$$

$$I_{USO} = subindicador\ relacionado\ con\ el\ uso\ de\ la\ estructura$$

$$I_T = subindicador\ relacionado\ con\ el\ tipo\ de\ estructura$$

$$I_{AA} = subindicador\ relacionado\ con\ la\ altura\ y\ área\ de\ la\ estructura$$

De las tablas d-3, d-4 y d-5, tomadas de la NTC 4552-1, se seleccionan los valores de los subindicadores correspondientes.

Clasificación de estructuras	Ejemplos de estructura	Indicador
A	Teatros, centros educativos, Iglesias	40
B	Oficinas, hoteles, viviendas	30
C	Industrias pequeñas, museos, bibliotecas	20
D	Estructuras no habitadas	0

TABLA d-3 SUBINDICADOR RELACIONADO CON EL USO DE LA ESTRUCTURA (NTC 4552-1)

Tipo de estructura	Indicador
No metálica	40
Mixta	20
Metálica	0

TABLA d-4 SUBINDICADOR RELACIONADO CON EL TIPO DE ESTRUCTURA (NTC 4552-1)

Altura y área de la estructura	Indicador

Área menor a 900 m²	
Altura menor a 25 m	5
Altura mayor o igual a 25 m	20
Área mayor o igual a 900 m²	
Altura menor a 25 m	**15**
Altura mayor o igual a 25 m	20

TABLA d-5 SUBINDICADOR RELACIONADO CON EL ÁREA Y ALTURA DE LA ESTRUCTURA (NTC 4552-1)

Por lo tanto, se obtiene que el índice de gravedad de la estructura es igual a:

$$I_G = I_{USO} + I_T + I_{AA}$$
$$I_G = 40 + 20 + 15$$
$$I_G = 75$$

El valor obtenido, se clasifica en la tabla d-6 (indicador de gravedad), donde muestra un valor medio.

Resultado de la suma de indicadores de estructura	Indicador de gravedad
0 a 35	Leve
36 a 50	Baja
51 a 65	Media
66 a 80	**Alta**
81 a 100	Severa

TABLA d-6 INDICADOR DE GRAVEDAD (NTC 4552-1)

Teniendo en cuenta el nivel de riesgo asociado a los parámetros del rayo y el indicador de gravedad, se obtiene el nivel de riesgo de la estructura, el cual se muestra en la tabla d-7.

PARÁMETROS / GRAVEDAD	Severa	Alta	Media	Baja	Leve
Alto					
Medio		X			
Bajo					

Alto **Medio** **Bajo**

TABLA d-7 NIVEL DE RIESGO DE LA ESTRUCTURA (NTC 4552-1)

De la tabla d-7 se deduce que la estructura presenta un nivel de riesgo **MEDIO-ALTO**, por lo tanto se debe emplear un sistema de protección contra descargas atmosféricas, cableados y puesta a tierra.

Adicionalmente, para la evaluación del nivel de riesgo y protección contra descargas eléctricas atmosféricas del Coliseo Menor A (1) de la Villa Olímpica de Villavicencio - Meta, se utilizó la metodología descrita en la norma NTC 4552-2, donde se tiene en cuenta los siguientes ítems:

- Dimensiones de la estructura
- Características de la estructura
- Influencias ambientales
- Pérdidas
- Líneas de servicio
- Medidas de protección existentes

En la tabla d-8 se muestran los parámetros de la estructura del proyecto.

LOCALIZACIÓN RELATIVA DE LA ESTRUCTURA A EVALUAR		
X	Objeto rodeado de objetos o arboles de igual altura o menor	0,5
LOCALIZACIÓN RELATIVA DE LA ESTRUCTURA ADYACENTE (Cd/a)		
X	Objeto rodeado de objetos o arboles de igual altura o menor	0,5
TRANSFORMADOR EN LA INSTALACIÓN		
X	Ausencia de Transformador en la Instalación	1
TIPO DE ACOMETIDA		
X	Subterranea	
LOCALIZACIÓN RELATIVA DE LA ACOMETIDA DEL SERVICIO		
X	Rodeada de objetos o arboles de igual altura o menor	0,5
ENTORNO DEL PROYECTO		
X	Urbano (Edificaciones entre 10m y 20m de altura)	0,1
MEDIDAS DE PROTECCIÓN ANTE DESCARGAS DIRECTAS		**PA**
X	Sin Medidas de Protección	1
NIVEL DE PROTECCIÓN DE LA ESTRUCTURA CONTRA RAYOS (NTC 4552 - 1)		**PB**
X	No Protegida	1
NIVEL DE PROTECCIÓN DE LOS DPS (NTC 4552 - 1)		**PC**
X	Sin sistema coordinado de protección	1
TIPO DE SUPERFICIE ZONAS EXTERIORES		**ra**
X	Asfalto, Madera	1E-05
RIESGO DE FUEGO EN LA ESTRUCTURA		**rf**
X	**Bajo**	0,001
MEDIDA DE REDUCCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS DEL FUEGO		**rp**
X	**Sin Medida de prevención**	1

	CLASES PARTICULARES DE RIESGO A CONTEMPLAR	hz
X	**Nivel Medio de Panico (Edificaciones diseñadas para eventos culturales o deportivos, con un numero de participantes entre 100 y 1000 personas)**	5
	TIPO DE EDIFICACIÓN	**Lf**
X	Entretenimiento publico, Iglesias, Museos	0,002
	PERDIDA INACEPTABLE DEL SERVICIO PUBLICO	**Lf**
X	TV, TLC, Suministro de Potencia	0,01

GEOMETRIA ESTRUCTURA A EVALUAR	
LARGO	35,51
ANCHO	24,8
ALTO	9,49
GEOMETRIA ESTRUCTURA ADYACENTE	
LARGO	57
ANCHO	29
ALTO	10
DD T	
Densidad de Rayos a Tierra en la Zona (rayos/km2 - año) - DDT	2
CONDICIONES DE LA ACOMETIDA DE SERVICIO	
Longitud Acometida Servicio Publico (Desde Nodo mas Cercano)	30
Altura de la Acometida	0
Altura de la Estructura de Donde se Toma el Servicio	12
Altura del Punto por Donde Ingresa la Acometida	0
Resistividad del Terreno en Donde Ingresa la Acometida (Maximo 500)	500

TABLA d-8 PARÁMETROS ASOCIADOS A LA ESTRUCTURA

Utilizando el software ***"RIESGO"***, se calculan los riesgos asociados a pérdidas humanas, servicios culturales y económicos.

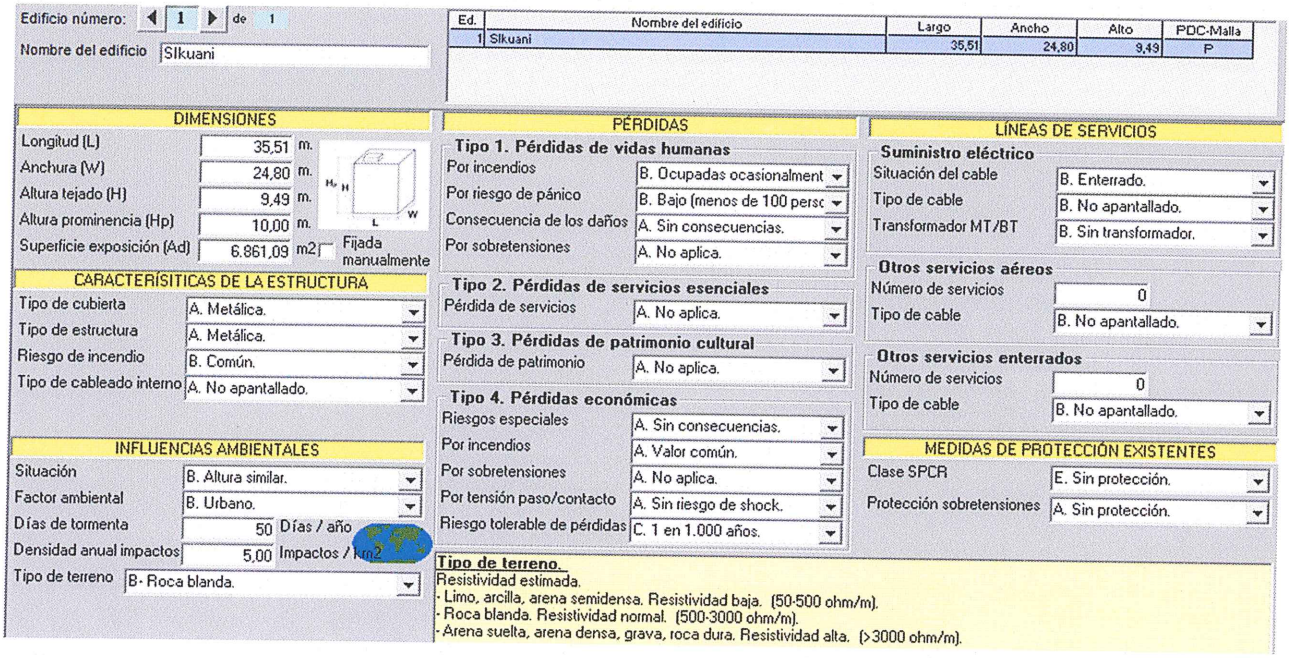


TABLA d-9 INGRESO DE DATOS EN SOFTWARE "RIESGO"

Edificio número: 1 de 1

Nombre del edificio: Sikuani

Ed.	Nombre del edificio	Largo	Ancho	Alto	PDC-Malla
1	Sikuani	35,51	24,80	9,49	P

DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN SEGÚN LA NORMA UNE-EN 62305-2

Ed.	Nombre	Superficie de captura	Riesgo de pérdida vidas humanas	Riesgo de pérdida de servicios públicos	Riesgo de pérdida de patrimonio	Riesgo de pérdidas económicas	Necesidad instalación SEPCR*	Nivel de protección	Necesidad instalación SIPCR**	Tipo SIPCR
1	Sikuani	6.861,09	2,04E-06	0,00E+00	0,00E+00	5,06E-06	Necesaria	Nivel IV	Necesaria	Entrada

ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PROTECCIÓN

La protección se realizará mediante: (•) PDC ( ) Malla

* SEPCR = Sistema Externo de Protección Contra el Rayo

** SIPCR = Sistema Interno de Protección Contra el Rayo

Edificio:1 Sikuani

PROTECCIÓN NECESARIA:
La instalación de un sistema externo e interno es necesaria según la IEC 62305-2.

TABLA d-10 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DEL SOFTWARE "RIESGO"

Edificio:1 Sikuani

PROTECCIÓN NECESARIA:
La instalación de un sistema externo e interno es necesaria según la IEC 62305-2.

NIVEL DE PROTECCIÓN:
Nivel de protección: Nivel IV

TABLA d-11 NIVEL DE PROTECCIÓN DETERMINADO POR EL SOFTWARE "RIESGO"

Los resultados obtenidos son:

TIPO DE PÉRDIDAS	VALOR LÍMITE MÁXIMO	VALOR OBTENIDO
Pérdidas vidas humanas	1 E-5	2.04 E-6
Pérdidas de servicios P	1 E-3	0
Pérdidas de patrimonio	1 E-3	0
Pérdidas económicas	1 E-2	5,06 E-6
Necesidad instalación SEPCR*		Necesaria
Nivel de protección		Nivel IV
Necesidad instalación SEPCR**		Necesaria
Tipo SIPCR		Entrada

TABLA d-12 VALORES OBTENIDOS POR EL SOFTWARE "RIESGO"

De lo anterior se puede observar que ninguno de los valores límites permitidos es superado, por lo tanto, la estructura queda protegida con un nivel de protección NPR I.

En la tabla d-13 se obtiene el radio de la esfera rodante con la cual se determina los puntos estratégicos, donde posteriormente quedarán ubicadas las puntas captadoras, teniendo en cuenta las distancias de separación, mencionadas anteriormente.

Nivel de Protección	Radio de la esfera (rsc) [m]
Nivel I	35
Nivel II	40
Nivel III	50
Nivel IV	**55**

TABLA d-13 RADIO DE LA ESFERA RODANTE, SEGÚN EL NIVEL DE PROTECCIÓN

A continuación, se indica el número mínimo de bajantes que debe tener la estructura según su altura.

Altura de la estructura	Número mínimo de bajantes	Calibre mínimo del conductor	
		Cobre	Aluminio
Menor que 25m	2	2 AWG	1/0 AWG
Mayor que 25m	4	1/0 AWG	2/0 AWG

TABLA d-14 NÚMERO MÍNIMO DE BAJANTES

Teniendo el radio de las esferas rodantes (55m), se procede a realizar la ubicación estratégica de las puntas captadoras en el software AUTOCAD.

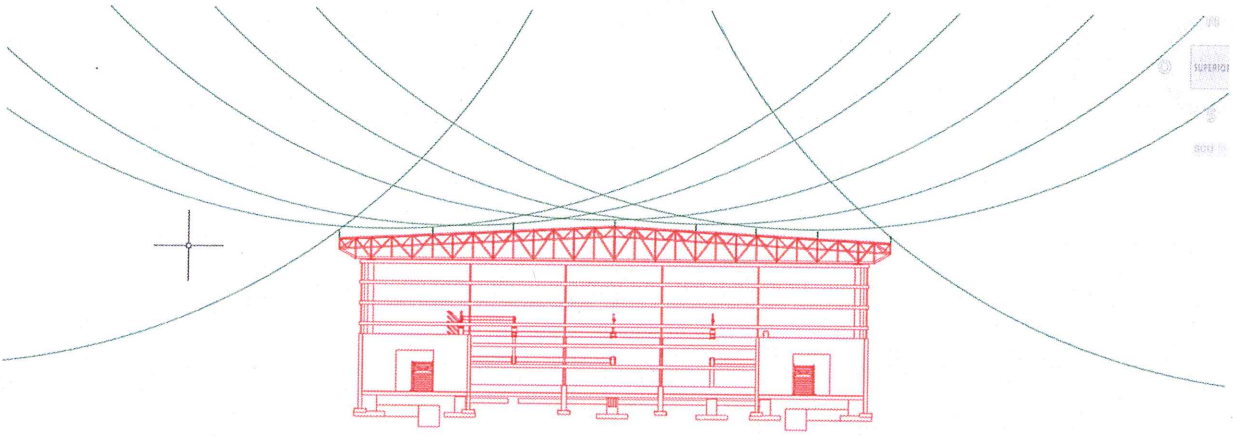


FIGURA d-3 VISTA FACHADA PRINCIPAL

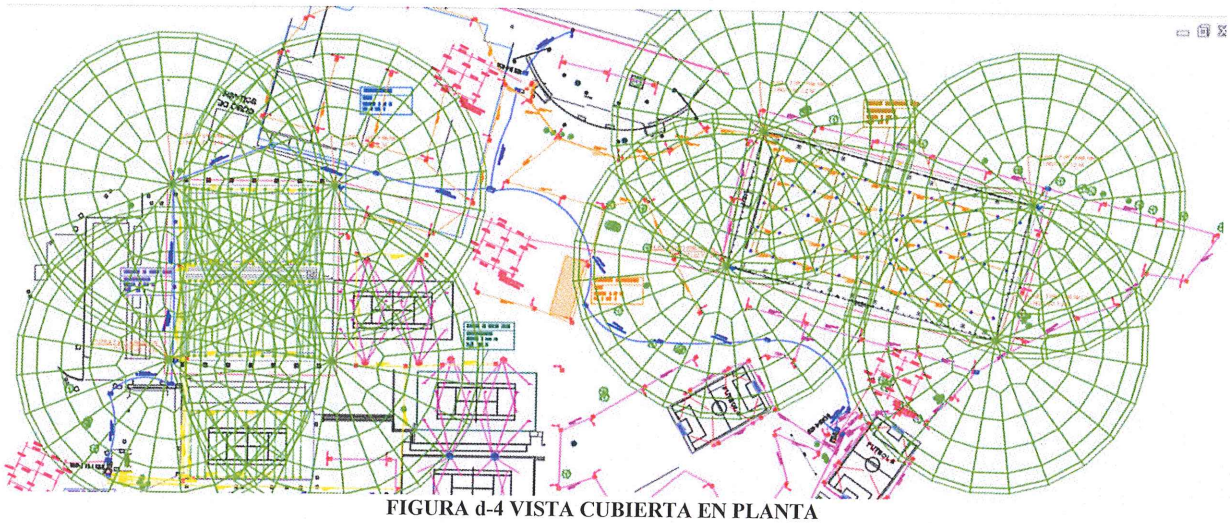


FIGURA d-4 VISTA CUBIERTA EN PLANTA

Todas las puntas captadoras serán de tipo bayoneta de 60cm de altura en acero inoxidable 16mm según tabla 5 NTC 4552-3.

La bajante se realizará en cable de cobre #1/0, según lo indica la tabla d-14 y se conectará a una varilla de cobre 5/8"x2,4m que estará ubicada en una caja de inspección ubicada en la base del poste. Esta varilla, también estará conectada a la malla de puesta a tierra general del proyecto. La conexión entre el cable de la bajante y la varilla se realizará por medio de una soldadura exotérmica, al igual que la conexión de la varilla con el cable de cobre de la malla a tierra.

e. Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.

Se anexa la matriz de riesgo y las medidas de seguridad y prevención a tener en cuenta para los equipos que presentan un riesgo eléctrico. Ver **anexo No.3.**

f. Análisis del nivel de tensión requerido.

El nivel de tensión adecuada para este tipo de instalación es de 208V/120V. La tensión de alimentación del primario de los transformadores de distribución es de 13.200 V.

g. Cálculo de campos electromagnéticos.

De acuerdo al artículo 14.4 del RETIE, este proyecto no requiere un estudio de campos electromagnéticos, ya que en el sitio no existen líneas de transmisión mayores a 57.5kV.

h. Cálculo de transformador incluyendo los efectos de los armónicos y factor de la distribución de la carga.

Este literal NO APLICA, porque la alimentación para la iluminación del parque de Sikuani se realizará por medio de trasformadores ya existentes, y que poseen la capacidad para suplir la carga de los tableros de Cancha de baloncesto, tennis y fútbol 5.

i. Cálculo del sistema de puesta a tierra

Para este capítulo se toma como referencia las medidas y los cálculos de la empresa consultora que desarrollo el diseño contractual.

Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra (SPT), para evitar que personas en contacto con la misma, tanto en el interior como en el exterior, queden sometidas a tensiones de paso, de contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla, la exigencia de puestas a tierra para instalaciones eléctricas cubre el sistema eléctrico como tal y los apoyos o estructuras metálicas que, ante una sobretensión temporal, puedan desencadenar una falla permanente a frecuencia industrial, entre la estructura puesta a tierra y la red.

Como requisito general para el sistema de puesta a tierra se recomienda cumplir lo siguiente:

- Las conexiones que van bajo el nivel del suelo (puesta a tierra), deben ser realizadas con soldadura exotérmica o conector certificado para enterramiento directo conforme a la norma IEEE 837 o la norma NTC 2206.
- Para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial cumplan con el presente reglamento, se deben dejar puntos de conexión

accesibles e inspeccionables al momento de la medición. Cuando para este efecto se construyan cajas de inspección, sus dimensiones internas deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible, no aplica a los electrodos de líneas de transporte.

- Cumplir con los valores mínimos de referencia para resistencia de puesta a tierra, según la tabla 15.4 del RETIE, según aplique.

Debe considerarse que se tiene una resistividad del terreno bastante alta para la construcción de la malla a tierra (500 Ωm), lo anterior conlleva a que necesariamente deba efectuarse un tratamiento químico sobre el terreno para garantizar un SPT conveniente, adicionalmente debe garantizarse que las tensiones de paso y de contacto estén por debajo de las mínimas permisibles.

La seguridad de una persona consiste en evitar que una cantidad de energía determinada sea absorbida antes de que la falla sea despejada y el sistema des energizado. Las tensiones máximas permitidas se determinan teniendo en cuenta principalmente las corrientes máximas permitidas por el cuerpo humanoy el circuito equivalente que forma el cuerpo cuando está parado en el terreno sobre el cual cae la falla o cuando está tocando directamente el objeto, a continuación, se presentan las fórmulas para este cálculo tomando el peso de una persona en 50Kg el cual es el caso más crítico:

$$Vpaso(50Kg) = (1000 + 6C_s\rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

$$Vcontacto(50Kg) = (1000 + 1.5C_s\rho_s)\frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

Dónde:

- ts = tiempo de duración de la falla, de acuerdo a lo visto con anterioridad seria antes de los 10ms.
- ρs = 5000 Ω ohmio-metro (resistividad del terreno superficial – gravilla)
- Cs = Factor de reducción que depende de las condiciones propias de la resistividad del terreno (natural) y su relación respecto a la resistencia de la superficie. Y se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$C_s = 1 - \frac{0.09\left(1 - \frac{\rho}{\rho_s}\right)}{2h_s + 0.09}$$

Con:

- h_s = *Espesor Capa Superficial*
- ρ_s = *Resistividad de la Capa Superficial*
- ρ = *Resistividad del terreno*

De acuerdo a la resistencia del terreno (500 Ωm) procedemos en primera instancia a calcular la resistencia de la malla a tierra bajo estas condiciones paraestablecer la necesidad o no de efectuar un tratamiento químico del terreno. Se efectuará el cálculo considerando el equivalente de una malla 2x2 con una varilla.

Para el cálculo se utilizará la siguiente formula:

$$Rg = \rho\left[\frac{1}{L} + \frac{1}{\sqrt{20A}}\left(1 + \frac{1}{1 + h\sqrt{\frac{20}{A}}}\right)\right]$$

Dónde:

- Rg = Resistencia de la Malla a Tierra, que en nuestro caso deseamos que sea menor o igual a 10Ω.
- □ = 500Ω ohmio-metro resistividad del terreno encontrada.
- A = Área ocupada por la malla a tierra, que en el caso en cuestión es un rectángulo de 4 m², 2 metros 2 metros.
- h = Profundidad de la malla, la cual para el caso particular debe ser de 60 cm.
- L = Longitud total del cable enterrado incluyendo la longitud de las varillas, que de acuerdo al esquema planteado es de 10.4 metros.
  - Longitud de conductor: 8 metros.
  - Longitud Varillas: 1 varilla 2,4 metros.

Remplazando valores tenemos:
$R_g = 127.6\Omega 8$

De acuerdo con lo anterior se hace absolutamente necesario efectuar untratamiento químico del terreno para disminuir la resistencia del mismo, esto sepuede efectuar con bentonita y tierra negra para disminuir su resistencia en cadauno de los puntos en los cuales se instalará un electrodo de puesta a tierra (varilla). Se recomienda efectuar una excavación de 0.5 metros de ancho, 0.5 metros de largo y 1.5 metros de profundidad en cada uno de los puntos donde se instalará un electrodo, tal y como se mencionó con anterioridad; esta excavación se deberá llenar con una mezcla de tierra negra y bentonita en unaproporción de 5:1, dicha mezcla se deberá instalar por capas y debe ser compactada para asegurar la uniformidad en el terreno tratado.

A continuación, se presenta el valor máximo que debe tener la resistencia del terreno para que se tenga la resistencia de la malla deseada y se cumpla la condicionante de tensiones de paso y contacto máximas permisibles:

$$\rho \leq 39{,}1$$

En base a este valor calculamos las tensiones máximas de paso y de contacto permisibles

$$V_{paso-maxima} = 7181V$$
$$V_{contacto-maxima} = 25244\,V$$

Para calcular las tensiones de paso y contacto reales de acuerdo a laconfiguración procedemos inicialmente con el cálculo de algunas variables:

Valor Geométrico de Espaciamiento de la Malla:

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[Ln\left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h} Ln\frac{8}{\pi(2n-1)}\right]$$

★ D = *Separación Maxima Entre Conductores Paralelos* = 2m
★ h = *Profundidad de la Malla de Puesta a Tierra* = 0.6m
★ d = *Diametro del Conductor de la Malla (2/0)* = 0.0134m
★ K_{ii} = *Constante Para este caso (varillas en el perimetro)* = 1

$K_h = \sqrt{1 + \frac{h}{h_0}}$ = *con* h_0 = 1 *el cual es un valor normal* – K_h = 1.2649

★ $n = n_a . n_b . n_c . n_d$ Para el caso en particular por tratarse de una malla rectangular, esta expresión se reduce a $n = n_a . n_b = 2$

$$n_a = \frac{2L_c}{L_p}; n_b = \sqrt{\frac{L_a}{4\sqrt{A}}}$$

L_c = *Longitud total de los conductores de la malla* = 8m

L_p = *Longitud del perimetro de la malla* = 8m

$$K_m = \frac{1}{2\pi}\left[Ln\left(\frac{D^2}{16hd} + \frac{(D+2h)^2}{8Dd} - \frac{h}{4d}\right) + \frac{K_{ii}}{K_h} Ln\frac{8}{\pi(2n-1)}\right]$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$K_m = 0.7947$$

Factor de Irregularidad

$$K_i = 0.644 + 0.148n$$

Sustituyendo valores tenemos:

$$K_i = 0.94$$

Longitud Efectiva de la Malla Enterrada

$$L_M = L_C + \left[1.55 + 1.22\left(\frac{L_r}{\sqrt{L_x^2 + L_y^2}}\right)\right]$$

- L_r = *Longitud de Cada Varilla* = 2.4m
- L_C = *Longitud Total de los Conductores de la Malla* = 8m
- L_X = *Longitud Maxima de la Malla en la Dirección X* = 2m
- L_Y = *Longitud Maxima de la Malla en la Dirección Y* = 2m

Sustituyendo valores tenemos:

$L_M = 14{,}2$

Longitud Efectiva del Conductor Enterrado

$$L_S = 0.75L_C + 0.85L_R$$

- L_C = *Longitud Total de los Conductores de la Malla* = 4m
- L_R = *Longitud Total de Todas las Varillas*(1) = 2.4m

Sustituyendo valores tenemos:

$L_S = 8.04$

Factor Ks (Tensión de Paso)

$$K_S = \frac{1}{\pi}\left(\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{D}\right)$$

Sustituyendo valores tenemos:

$K_S = 0.3876$

Corriente Máxima a Disipar Por la Malla I_G

$$I_G = 1.8L_0$$

Tomamos un valor de corriente de cortocircuito típica en media tensión – 200A.Tomamos este valor y lo remplazamos en la ecuación para I_G y tenemos:

$I_G = 360A$

Una vez obtenidos estos valores procedemos con los cálculos de las tensionesde paso y de malla para la configuración.

Tensión real de Malla

$$E_m = \frac{\rho . I_G . K_m . K_i}{L_M}$$

Tensión real de Paso

$$E_p = \frac{\rho . I_G . K_s . K_i}{L_S}$$

Reemplazando valores tenemos:

$$V_m = 740 \qquad V_p = 638$$

Se encuentra que cumple para los valores de tensión de paso y tensión de toquedebido a que los valores reales son menores que lo valores permitidos; es importante señalar que deben cumplirse la totalidad de recomendaciones dadasen este capítulo para la construcción de la malla de puesta a tierra.

j. Cálculo económico del conductor, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de energía

Este literal NO APLICA, debido a que los conductores hacia los transformadores ya existen.

k. Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor, de acuerdo a la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente

Comparando las corrientes máximas de cortocircuito del conductor de baja tensión utilizado, con las corrientes de cortocircuito en el barraje del transformador, especificadas en el diagrama unifilar; se comprueba que la corriente de cortocircuito que soporta el conductor es mucho mayor que la corriente de cortocircuito esperada en cada punto. A continuación, se muestra cada uno de los cálculos.

- Acometida entre el Transformador 01 de 75KVA y el Tablero Principal de Cancha Baloncesto en **2x(3x4/0+4/0+1/0T) AL**