“CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EL PRADO, EN EL MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR.”

ESTUDIO HIDROLÓGICO

MUNICIPIO DE TURBACO—BOLIVAR

TABLA DE CONTENIDO

1. ESTUDIO HIDROLOGICO. 5
1.1 OBJETO Y LOCALIZACION DEL PROYECTO. 5
1.1.1 ASPECTOS GENERALES. 5
1.1.2 EXTENSIÓN TERRITORIAL. 5
1.1.3 LOCALIZACIÓN DE PROYECTO. 6
1.1.4 LOCALIZACIÓN PARTICULAR DEL PARQUE 6
1.1.5 FISIOGRAFÍA 7
1.1.6 CLIMATOLOGÍA. 8
2. METODOLOGÍA. 9
2.1.1 CARACTERÍSTICA DEL PROYECTO. 9
2.1.2 INTENSIDAD DE LLUVIA. 10
2.1.3 CAUDAL MAXIMO O DE DISEÑO. 10
2.1.4 CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA (IDF) 10
3. RESULTADOS 11
3.1 PRESIPITACION DE DISEÑO 11
3.2 INTENSIDAD DE LLUVIA. 11
3.3 CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO O DE DISEÑO. 13
3.3.1 CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN CRÍTICA PARA VARIOS PERÍODOS DE RETORNO 13
4. CONCLUSIONES. 16
5. RECOMENDACIONES. 16

TABLA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Localización satelital del proyecto.....6
Ilustración 2 Localización particular de la vía 7

TABLAS

Tabla 2 Clasificación de las cuencas según su área**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 3 Forma de la cuenca según el coeficiente de compacidad**¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 4 Precipitación acumulada para tres niveles de condición de humedad antecedente.**¡Error! Marcador no definido.**

1. ESTUDIO HIDROLOGICO.

1.1 OBJETO Y LOCALIZACION DEL PROYECTO.

1.1.1 ASPECTOS GENERALES.

El presente informe contiene el estudio de hidrología para la construcción de un parque en la zona urbana; en el Municipio de Turbaco, Departamento de Bolívar del proyecto: **"CONSTRUCCIÓN DE PARQUE EL PRADO, EN EL MUNICIPIO DE TURBACO, BOLÍVAR".**

El municipio de Turbaco, reconocido por su vocación comercial, agropecuaria y de servicios, así como por su integración funcional al área metropolitana de Cartagena, se encuentra ubicado en el norte del departamento de Bolívar, en la subregión Montes de María, dentro de la región Caribe Colombiana. Cuenta con una población aproximada de 200.000 habitantes, según proyecciones basadas en información del DANE y el SISBÉN.

Políticamente, el municipio está conformado por la cabecera municipal, además de corregimientos, veredas y sectores rurales que complementan su estructura territorial. Turbaco presenta una ubicación estratégica, ya que su principal vía de acceso terrestre es la Troncal de Occidente (Ruta Nacional 25), que lo conecta directamente con la ciudad de Cartagena de Indias, así como con los municipios del interior del departamento y la región Caribe. Su cercanía inmediata a Cartagena lo convierte en un nodo clave de expansión urbana, residencial y de servicios.

1.1.2 EXTENSIÓN TERRITORIAL.

El Municipio de Turbaco presenta una extensión territorial aproximada de 19.000 hectáreas, las cuales comprenden tanto el área urbana como el suelo rural y de expansión urbana, conformando un territorio estratégico dentro del norte del departamento de Bolívar y la subregión de los Montes de María.

1.1.3 LOCALIZACIÓN DE PROYECTO.

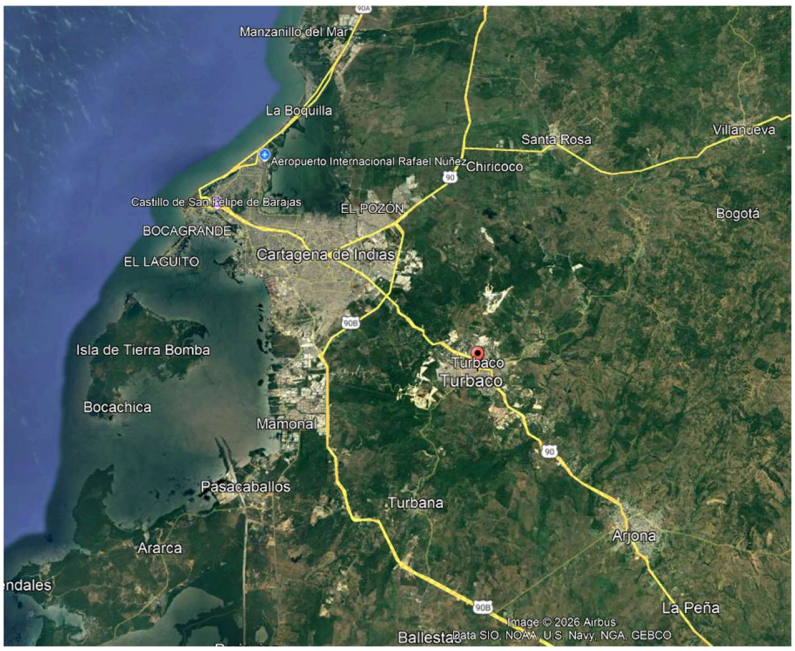


Ilustración 1 Localización satelital del proyecto

El municipio de Turbaco se encuentra situado en el norte del departamento de Bolívar, en la subregión de los Montes de María, a aproximadamente 10° 20' 00" de latitud norte y 75° 25' 00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

1.1.4 LOCALIZACIÓN PARTICULAR DEL PARQUE

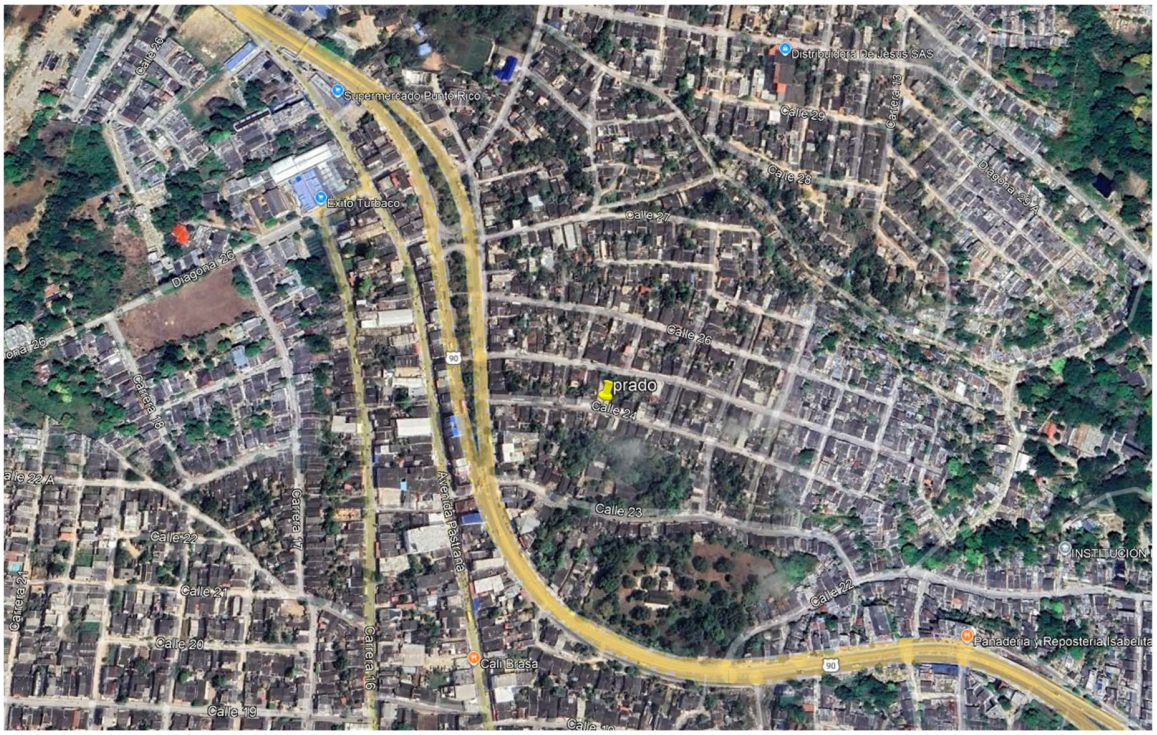


Ilustración 2 Localización particular de la vía

El parque se encuentra en la cabecera municipal del municipio de Turbaco Bolivar, con un area de 504 m2

1.1.5 FISIOGRAFÍA

La fisiografía del Municipio de Turbaco presenta una topografía ondulada a ligeramente quebrada, característica de la subregión de los Montes de María, con presencia de colinas suaves, lomeríos y sectores de transición hacia zonas planas. A diferencia de los municipios de la Depresión Momposina, Turbaco no corresponde a un ecosistema de humedales, sino a un relieve de origen estructural y erosivo, con altitudes que oscilan aproximadamente entre los 100 y 200 msnm, alcanzando en algunos sectores elevaciones mayores.

Los suelos del municipio se caracterizan por ser de origen arcilloso a franco-arcilloso, con buena capacidad de drenaje natural en las zonas de mayor

pendiente, aunque susceptibles a procesos de erosión superficial cuando no cuentan con cobertura vegetal adecuada. Las pendientes varían generalmente entre 3% y 12%, aumentando localmente en áreas de ladera, lo que condiciona el uso del suelo, el manejo de aguas lluvias y el diseño de obras de infraestructura.

Este relieve favorece la presencia de nacimientos de agua, arroyos estacionales y microcuencas que drenan hacia cuerpos de agua mayores, constituyendo un elemento fundamental para la planificación ambiental y urbana del municipio..

1.1.6 CLIMATOLOGÍA



Según el sistema de clasificación de zonas de vida de L. R. Holdridge, el municipio de Turbaco, Bolívar, por sus características de altitud, temperatura y régimen de precipitación, corresponde principalmente a la formación vegetal de Zonobioma de Bosque Seco Tropical (bs-T).

Esta zona de vida se caracteriza por presentar temperaturas medias altas, una marcada estacionalidad de las lluvias y coberturas vegetales adaptadas a períodos secos, con predominio de especies arbóreas y arbustivas de hoja caduca, matorrales y relictos de bosque seco. A diferencia de los ecosistemas inundables de la Depresión Momposina, en Turbaco no se presentan condiciones de anegamiento permanente, siendo el factor limitante principal la disponibilidad hídrica durante las épocas secas.

TEMPERATURA La temperatura promedio en el área del municipio de Turbaco es de aproximadamente 26,5 °C a 27,0 °C, con valores máximos diarios que oscilan

generalmente entre 31,0 y 33,0 °C, pudiendo presentarse picos cercanos a 34,0 °C durante los meses más secos del año (entre enero y marzo). Las temperaturas mínimas suelen variar entre 22,0 y 24,0 °C, especialmente en horas nocturnas y de madrugada, influenciadas por la altitud y el relieve ondulado característico de la subregión de los Montes de María.

PRECIPITACIÓN La precipitación promedio anual en el municipio de Turbaco se sitúa aproximadamente entre 1.000 y 1.200 mm, presentando un régimen de lluvias bimodal, característico de la subregión de los Montes de María y del norte del departamento de Bolívar.

Las lluvias se concentran principalmente en dos períodos: el primero entre los meses de abril a junio, y el segundo entre septiembre y noviembre, mientras que los meses de enero a marzo corresponden a la temporada seca más marcada. Este comportamiento climático influye directamente en la disponibilidad hídrica, el manejo de escorrentías y el diseño de obras de drenaje urbano y rural en el municipio.

2. METODOLOGÍA.

2.1.1 CARACTERÍSTICA DEL PROYECTO.

El proyecto contempla la construcción y adecuación integral de un parque recreativo y deportivo, diseñado para brindar espacios seguros y funcionales para la comunidad. La intervención incluye áreas destinadas a recreación activa y pasiva, zona deportiva con placa en concreto, áreas peatonales, zonas verdes, juegos infantiles, mobiliario urbano y espacios de encuentro comunitario. Cada una de las áreas ha sido proyectada de acuerdo con los lineamientos técnicos y urbanísticos vigentes, garantizando accesibilidad, durabilidad de los materiales y una adecuada integración paisajística con el entorno.

Dentro de los componentes principales del proyecto se destaca la construcción de una estructura cubierta destinada a actividades deportivas y recreativas, con dimensiones aproximadas de 22 metros por 13 metros, la cual permitirá el uso del espacio en diferentes condiciones climáticas. Esta cubierta se apoya sobre una estructura diseñada para cumplir con las cargas y normas estructurales, complementándose con sistemas de drenaje de **aguas lluvias**, iluminación y acabados adecuados. En conjunto, el proyecto busca fortalecer el aprovechamiento del espacio público, promover la actividad física y mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

Dicho lo anterior se procede a diseñar el drenaje teniendo en cuenta el área a drenar con la intensidad de lluvias del sector.

2.1.2 INTENSIDAD DE LLUVIA.

Para calcular este ítem se utiliza la fórmula de Chow, dividiendo la precipitación de diseño entre el tiempo de concentración.

$I = Pd/Tc$

2.1.3 CAUDAL MAXIMO O DE DISEÑO.

El caudal de diseño de escorrentía de una cubierta, conforme a lo establecido en la NTC 1500, se debe calcular a partir del área efectiva de la cubierta que aporta al sistema de drenaje, la intensidad de lluvia de diseño correspondiente a la localidad y al período de retorno definido por la norma, y el coeficiente de escorrentía, el cual para cubiertas impermeables se asume generalmente cercano a 1,0. El procedimiento consiste en multiplicar el área proyectada de la cubierta (en m^2) por la intensidad de precipitación (expresada en $L/s \cdot m^2$ o convertida desde mm/h) y por el coeficiente de escorrentía, obteniendo así el caudal de diseño en L/s. Este caudal es el que se utiliza para dimensionar canales, bajantes y demás elementos del sistema de evacuación de aguas lluvias, garantizando su correcto funcionamiento y evitando sobrecargas durante eventos de lluvia intensa.

2.1.4 CURVAS INTENSIDAD - DURACIÓN - FRECUENCIA (IDF).

Estas curvas han sido deducidas para calcular los caudales pico de hoyas hidrográficas con áreas de drenaje de hasta 2,5 km^2 y para los cálculos de lluvia total para áreas de drenaje mayores a 2,5 km2. Las curvas IDF de la estación con influencia en el proyecto, han sido obtenidas a partir del método definido por el Instituto de Hidrología y Meteorología IDEAM.

Utilizando la formula I: $\frac{C1}{(D+Xo)^{C2}}$

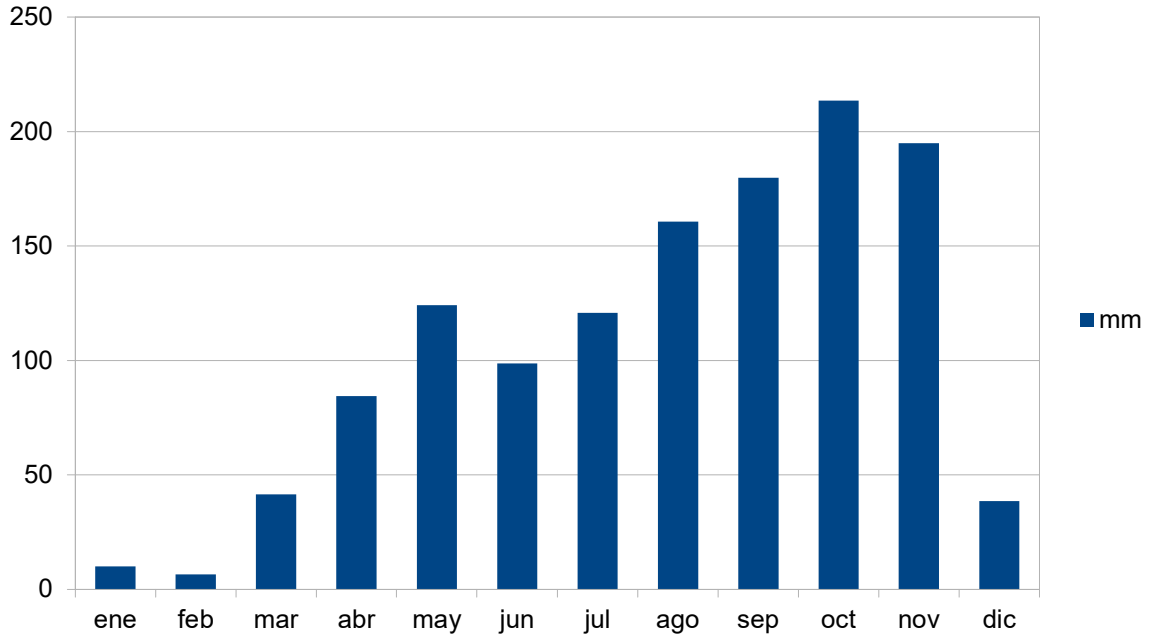
3. RESULTADOS

3.1 PRESIPITACION DE DISEÑO

La precipitación de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. En este caso la precipitación de diseño conforma la única entrada al sistema (cubierta), y los caudales resultantes a través de este se calculan como se mencionó anteriormente.

}

Mes	Precipitacion (mm)
Ene	10,03
Feb	6,57
Mar	41,51
Abr	84,39
May	124,19
Jun	98,73
Jul	120,79
Ago	160,65
Sep	179,89
Oct	213,48
Nov	194,91
Dic	38,59



este histograma nos muestra un paraetro claro de la presipitacion de diseño.

Ahora teniendiendo en cuenta y la tabla siguiente sobre las presipitaciones maximas por año para luego proceder al calculo de las intensidades respecto a las presipitaciones.

Año	Precipitacion (mm)
2004	102,23
2005	134,84
2006	103,28
2007	106,01
2008	137,43
2009	86,02
2010	155,68
2011	149,63
2012	87,44
2013	118,13
2014	96,13
2015	60,81
2016	87,85
2017	98,08
2018	87,68
2019	71,69
2020	79,98
2021	90,23
2022	100,5
2023	23,43

Es de anotar que se usa la tabla hasta el 2023 por motivos estadísticos, puesto que los dos años siguientes la estación presenta datos incompletos e inexistentes.

3.2 INTENSIDAD DE LLUVIA.

El valor de la precipitación de diseño se obtiene en cálculos posteriores. Se calculó por la fórmula:

$$i = \frac{\boldsymbol{k} * Tr^{\boldsymbol{a}} * M^{\boldsymbol{c}}}{t^{\boldsymbol{b}}}$$

para un periodo de retorno Tr de 50

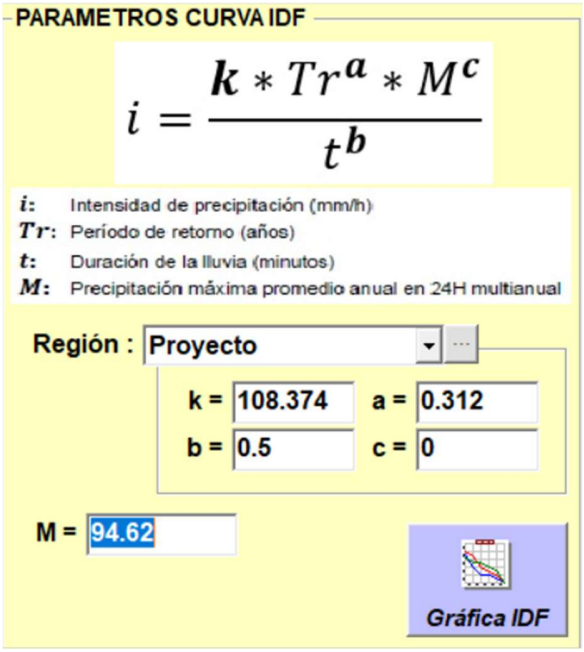
I: Intensidad de precipitación (mm/hor)

T: Periodo de retorno (años)

M: Precipitación máxima promedio anual en 24 horas a nivel multianual (mm)

t: Duración de la lluvia (min)

una vez usado herramientas computacionales se calcula la formula de intensidad particular para el proyecto teniendo el siguiente resultado:



lo cual al remplazar los datos en la formula con un tiempo de retorno de 50 años y una duración de 60 mín tenemos lo siguiente: I = 47,26 mm/hora.

Se decide tomar un tiempo de retorno alto por seguridad y teniendo en cuenta que el municipio se encuentra en los montes de maría pero es muy cercano al mar.

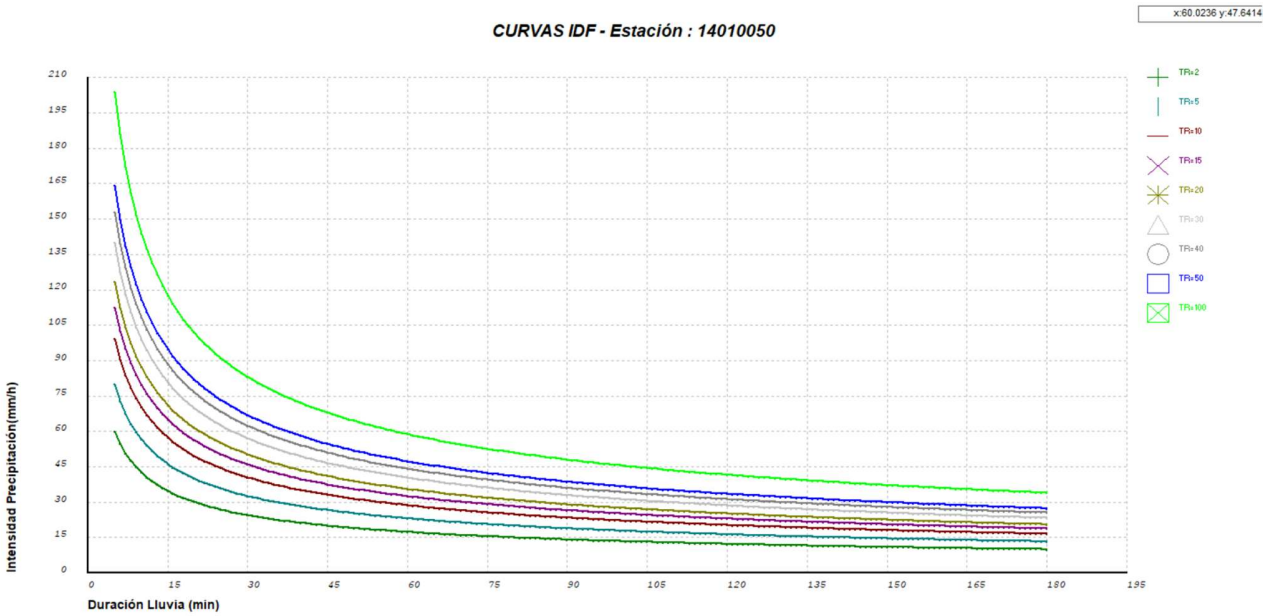
3.3 CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO O DE DISEÑO.

3.3.1 CÁLCULO DE LA PRECIPITACIÓN CRÍTICA PARA VARIOS PERÍODOS DE RETORNO

Tomando como base los datos de precipitación diarios máximos en 24 horas, obtenidos en la Estación: CANAVERAL (Turbaco) con codigo IDEAM 14010050, se aplicaron los métodos mencionados anteriormente, para luego escoger el mayor resultado. Se usa esta estación puesto que esta a 11,60 kilometros de distancia y tiene mejores registros que estación ARJONA.

Para hallar la precipitación de diseño, se calcularán las precipitaciones críticas en la estación utilizando las curvas de Intensidad Duración Frecuencia- **IDF,** considerando que esa fue la precipitación de la zona que se puede repetir.

ESTACION CANAVERAL (10°24'18" N - 75'20'15 W) PLUVIOMETRICA. El análisis de precipitación se llevó a cabo con los registros pluviométricos suministrados por el IDEAM de la Estación CANAVERAL (TURBACO), correspondiente a valores totales y máximos mensuales de precipitación, durante el período comprendido entre 2005 y 2025, para un total de 20 años.

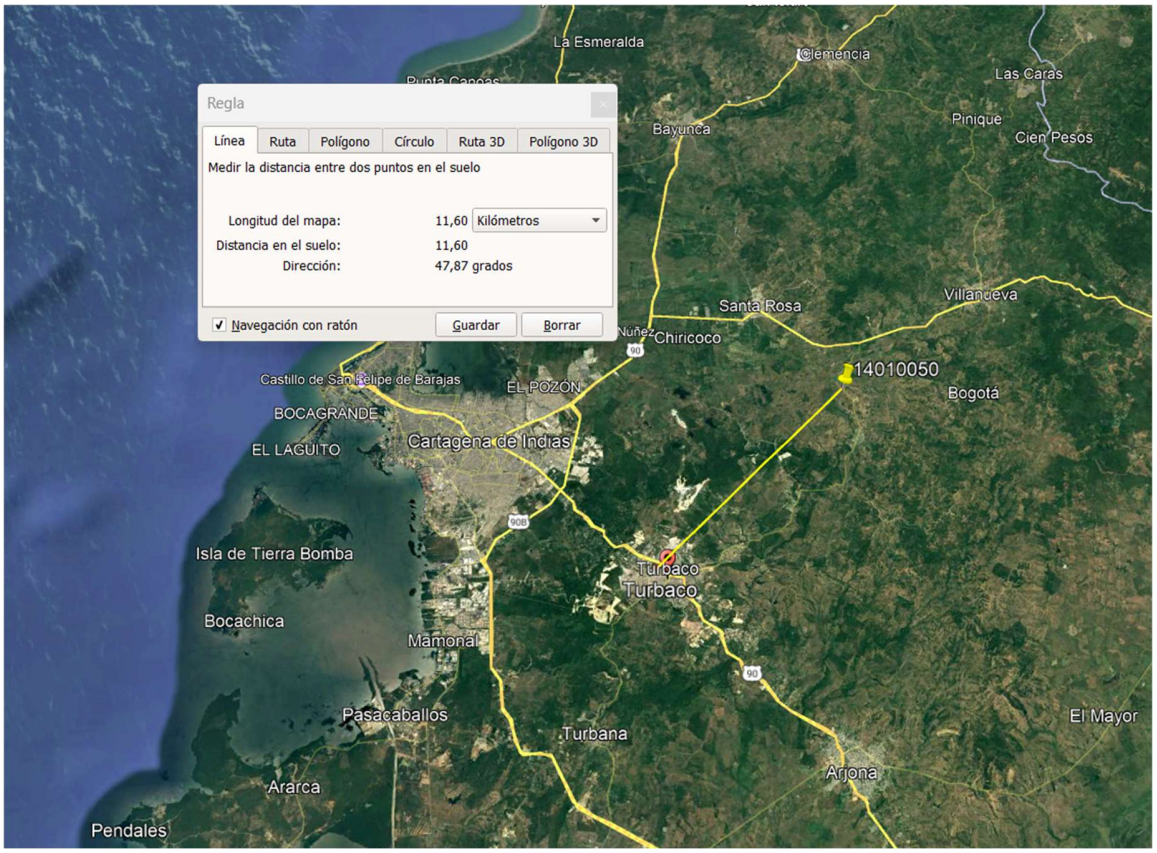


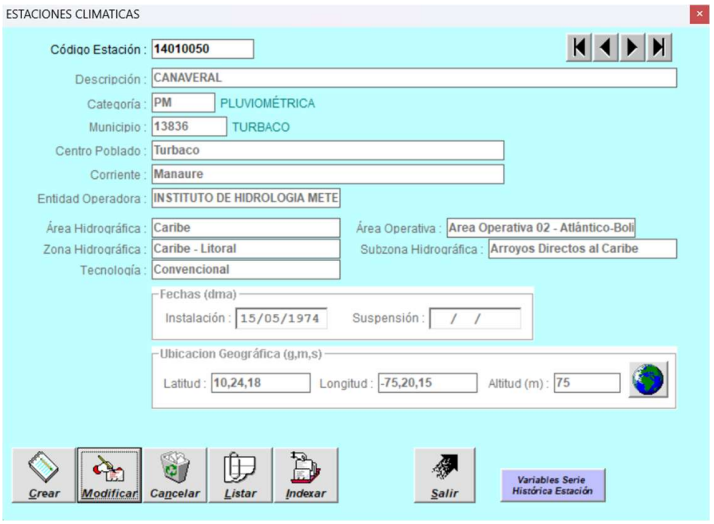
DURACION DE LA LLUVIA (min)	PERIODO DE RETORNO						
	2	3	5	10	25	50	100
15	91,40	100,90	111,50	124,50	141,70	154,10	166,50
30	67,20	75,50	64,70	96,30	110,90	121,50	132,60
60	44,40	51,40	58,40	69,30	51,50	91,20	100,40
120	25,30	29,30	33,90	39,60	45,90	52,30	57,60
360	9,40	10,90	12,60	14,70	17,40	19,40	21,40

Curvas IDF. CANAVERAL (TURBACO) 2025. En esta figura se observa una precipitación total de 241.00 mm y una precipitación mínima 15,0 mm. En este período se registraron valores anuales medios de precipitación de 94.62 mm.

Debido a que el área a intervenir es rural se escogió para el diseño la mayor precipitación crítica para un período de retorno de 50 años. Donde:

Pe = 94,62 mm


Regla
Línea
Ruta
Polígono
Círculo
Ruta 3D
Polígono 3D
Medir la distancia entre dos puntos en el suelo
Longitud del mapa: 11,60 Kilómetros
Distancia en el suelo: 11,60
Dirección: 47,87 grados
Navegación con ratón
Guardar
Borrar
La Esmeralda
Clemencia
Las Caras
Bayunca
Pinique
Cien Pesos
Santa Rosa
Villanueva
Chiricoco
14010050
Bogotá
Castillo de San Felipe de Barajas
EL POZÓN
BOCAGRANDE
EL LAGUITO
Cartagena de Indias
Isla de Tierra Bomba
Turbaco
Turbaco
Bocachica
Mamonal
Pasacaballos
Turbana
El Mayor
Arjona
Ararca
Pendales


ESTACIONES CLIMATICAS
Código Estación : 14010050
Descripción : CANAVERAL
Categoría : PM PLUVIOMÉTRICA
Municipio : 13836 TURBACO
Centro Poblado : Turbaco
Corriente : Manaure
Entidad Operadora : INSTITUTO DE HIDROLOGIA METE
Área Hidrográfica : Caribe
Área Operativa : Area Operativa 02 - Atlántico-Boli
Zona Hidrográfica : Caribe - Litoral
Subzona Hidrográfica : Arroyos Directos al Caribe
Tecnología : Convencional
Fechas (dma)
Instalación : 15/05/1974
Suspensión : / /
Ubicacion Geográfica (g,m,s)
Latitud : 10,24,18
Longitud : -75,20,15
Altitud (m) : 75
Crear
Modificar
Cancelar
Listar
Indexar
Salir
Variables Serie Histórica Estación

En el capítulo 12 del código colombiano de fontanería (NTC 1500) llamado desagüe de aguas lluvias, nos dirigimos a la tabla 24. En el cual entramos con el caudal y área y observamos lo siguiente

Tabla 24. Dimensionamiento de desagües principales de cubierta, ramales y bajantes de aguas lluvias

Diámetro nominal mm	Caudal, máximo L/s	Áreas máximas permitidas proyectadas horizontalmente en m^2 para diferentes intensidades de lluvia					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
75	4,2	600	300	200	150	120	100
100	9,1	1 286	643	429	321	257	214
125	16,5	2 334	1 117	778	583	467	389
150	26,8	3 790	1 895	1 263	948	758	632
200	57,6	8 175	4 088	2 725	2 044	1 635	1 363

NOTAS:

1) Las dimensiones de bajantes y colectores están basadas en los caudales correspondientes a una relación de llenado de 7/24.

2) Para precipitaciones diferentes de las indicadas, se deberá interpolar linealmente.

3) La tubería vertical puede ser redonda, cuadrada o rectangular. La sección cuadrada debe contener la sección circular equivalente. La sección rectangular debe tener por lo menos la misma área transversal que la sección circular equivalente, excepto que la relación de sus dimensiones laterales no exceda 3 a 1.

se determina que los bajantes deben ser de 4” para cumplir con lo dispuesto en la norma, se recomienda usar al menos 4 bajantes por temas de contingencia.

Se revisa la tuberia horizontal de la cubierta y se tiene lo siguiente:

Diámetro nominal, mm	Caudal (L/s) pendiente del 1,0 %,	Máximas áreas permitidas (m^2) de cubiertas proyectadas horizontales para diferentes precipitaciones					
		25 mm/h	50 mm/h	75 mm/h	100 mm/h	125 mm/h	150 mm/h
100	4,9	700	350	233	175	140	116
125	8,8	1 241	621	414	310	248	207
150	14,0	1 988	994	663	497	398	331
200	30,2	4 273	2 137	1 424	1 068	855	713
250	54,3	7 692	3 846	2 564	1 923	1 540	1 282
300	87,3	12 375	6 187	4 125	3 094	2 476	2 062
375	156,0	22 110	11 055	7 370	5 528	4 422	3 683

teniendo en cuenta que lo horizontal trabajara a media cubierta se recomiendan la tuberia de 100 mm o 4”

4. CONCLUSIONES.

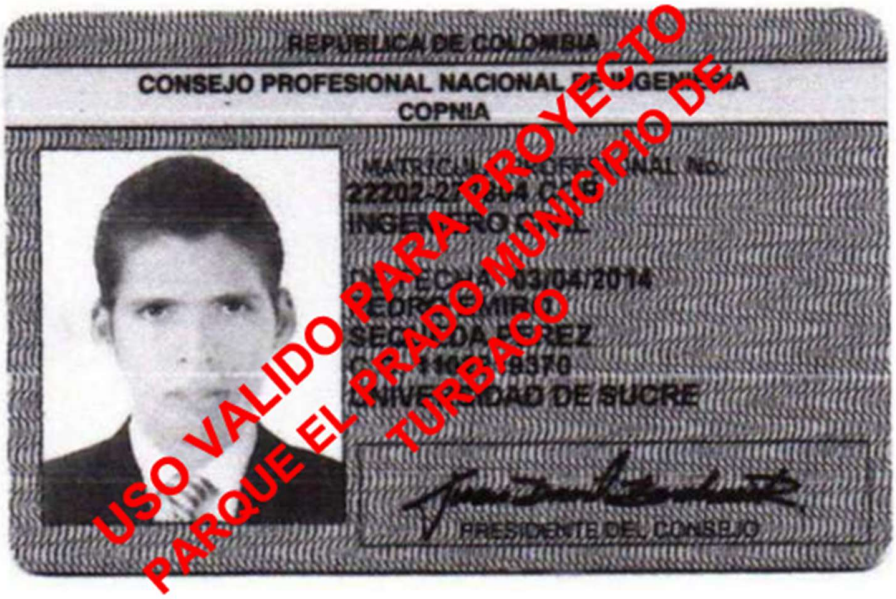
Siendo el caudal resultante congruente a lo dispuesto en la NTC 1500 se concluye que la tubería a utilizar seria de diámetro de 4” en Ambas las direcciones.

Se utilizo un tiempo de retorno al mayor usado normalmente, por motivos de seguridad antes lluvias intensas a causas del cambio climático.

5. RECOMENDACIONES.

- ✓ Se recomienda construcción de registros de aquietamiento de agua antes de soltar a la vía publica el agua proveniente de las precipitaciones.
- ✓ Se recomienda la utilización de al menos 4 bajantes, estos pueden ser cuadrado una vez se garantice lo dispuesto en la tabla 24 del capitulo 12 de la ntc 1500.
- ✓ Al ser aguas lluvias y caudales pequeño se puede disponer en la via publica, no antes entregando a registro para aquietamiento de agua y con salida no menor al 0,5 %

PEDRO SEQEDA PERREZ
TP:22202273804COR
INGENIERO CIVIL



USO VALIDO PARA PROYECTO
PARQUE EL PRADO MUNICIPIO DE
TURBACO