



**ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DEL PROYECTO QUE TIENE  
POR OBJETO "FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA  
DEL SECTOR AVÍCOLA PARA LA GENERACIÓN DE INGRESOS  
DESTINADOS A LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA DE LAS MUJERES  
DEL RESGUARDO INDÍGENA ZENU DE EL VOLAO DEL MUNICIPIO DE  
NECOCLÍ, ANTIOQUIA"**

**MUNICIPIO DE NECOCLÍ**

**DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA**

**2025**

**AMAURY GUZMAN RAMOS**

**ING CIVIL**



**ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DEL PROYECTO QUE TIENE POR OBJETO  
“FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SECTOR AVÍCOLA PARA  
LA GENERACIÓN DE INGRESOS DESTINADOS A LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA  
DE LAS MUJERES DEL RESGUARDO INDÍGENA ZENU DE EL VOLAO DEL  
MUNICIPIO DE NECOCLÍ, ANTIOQUIA”**

**CONTENIDO**

|          |                                                                                  |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN .....</b>                                                        | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....</b>                                            | <b>5</b>  |
| <b>3</b> | <b>GENERALIDADES DEL MUNICIPIO .....</b>                                         | <b>5</b>  |
| 3.1      | Localización .....                                                               | 5         |
| 3.2      | Geología .....                                                                   | 7         |
| 3.3      | Geomorfología .....                                                              | 9         |
| 3.4      | Climatología .....                                                               | 10        |
| 3.5      | Sismicidad .....                                                                 | 10        |
| 3.6      | Vegetación .....                                                                 | 11        |
| <b>4</b> | <b>ANÁLISIS HIDROLÓGICO .....</b>                                                | <b>12</b> |
| 4.1      | Precipitación área de estudio .....                                              | 13        |
| 4.2      | Área de drenaje .....                                                            | 15        |
| 4.3      | Reducción de la intensidad de precipitación debido al área de la<br>cuenca ..... | 15        |
| 4.4      | Coeficiente de escorrentía .....                                                 | 15        |
| 4.5      | Tiempo de concentración .....                                                    | 16        |
| 4.6      | Intensidad de la lluvia y curvas IDF .....                                       | 16        |
| 4.7      | Caudal de diseño .....                                                           | 18        |
| <b>5</b> | <b>ANÁLISIS HIDRÁULICO .....</b>                                                 | <b>19</b> |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>                                      | <b>20</b> |
| <b>7</b> | <b>LIMITACIONES DEL ESTUDIO .....</b>                                            | <b>22</b> |



---

|   |                    |    |
|---|--------------------|----|
| 8 | BIBLIOGRAFÍA ..... | 23 |
|---|--------------------|----|

## LISTA DE TABLAS

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Factor de reducción por área de drenaje de la cuenca .....   | 15 |
| Tabla 2: Variables de cálculo de intensidad de la precipitación ..... | 17 |
| Tabla 3: Periodos de retorno o grado de protección .....              | 18 |
| Tabla 4: caudal de diseño – estructuras proyectadas .....             | 19 |
| Tabla 5: capacidad hidráulica - cuneta .....                          | 20 |

## LISTA DE ILUSTRACIONES

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1: Localización del proyecto parte 1 .....            | 6  |
| Ilustración 2: Localización del proyecto parte 2 .....            | 6  |
| Ilustración 3: Mapa geológico del departamento de Antioquia ..... | 8  |
| Ilustración 4: Mapa de zonificación sísmica de Colombia .....     | 11 |

## LISTA DE GRAFICAS

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| Grafica 1: Precipitaciones mensuales multianuales ..... | 14 |
| Grafica 2: curvas IDF .....                             | 17 |



---

ESTUDIO HIDRÁULICO E HIDROLÓGICO DEL PROYECTO QUE TIENE POR OBJETO  
“FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SECTOR AVÍCOLA PARA  
LA GENERACIÓN DE INGRESOS DESTINADOS A LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA  
DE LAS MUJERES DEL RESGUARDO INDÍGENA ZENU DE EL VOLAO DEL  
MUNICIPIO DE NECOCLÍ, ANTIOQUIA”

## 1 INTRODUCCIÓN

La construcción de galpones para la producción avícola constituye una estrategia fundamental para impulsar el desarrollo rural, ya que permite optimizar el manejo de las aves, mejorar las condiciones de bioseguridad y aumentar la eficiencia productiva. Según la (FAO, 2013) la producción avícola familiar “contribuye de manera muy significativa a la mitigación de la pobreza y la mejora de la seguridad alimentaria”, lo que resalta el valor de este tipo de proyectos como motores de bienestar social y económico. En este sentido, la implementación de infraestructura adecuada no solo asegura la disponibilidad de proteína de calidad, sino que también fortalece la sostenibilidad de los sistemas agropecuarios y la resiliencia de las comunidades campesinas.

En concordancia con lo anterior, la ejecución de dichos proyectos conlleva la realización de una serie de estudios previos, como lo es el diseño hidráulico e hidrológico, con el fin de garantizar la calidad, funcionalidad y operatividad de la obra durante su vida útil. De esta manera, el presente documento contiene estudio hidráulico e hidrológico para el proyecto que tiene por objeto: “FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DEL SECTOR AVÍCOLA PARA LA GENERACIÓN DE INGRESOS DESTINADOS A LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA DE LAS MUJERES DEL RESGUARDO INDÍGENA ZENU DE EL VOLAO DEL MUNICIPIO DE NECOCLÍ, ANTIOQUIA”.



## 2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto comprende la construcción de galpones avícolas con estructura portante, conformada por columnas, vigas y varetas (correas) en madera, dispuestas según los requerimientos estructurales, apoyadas sobre dados de concreto que sirven como base de soporte y protección. La cimentación se complementa con vigas de concreto de 3.000 psi, lo que garantiza la estabilidad y durabilidad de la edificación. Los cerramientos se ejecutan en malla galvanizada y bloque #4, mientras que la cubierta se conforma con lámina de zinc liviana fijada a correas de madera. La configuración de la estructura responde a criterios de resistencia, funcionalidad y durabilidad, asegurando una adecuada ventilación e iluminación natural para la operación avícola. Asimismo, se prevé la construcción de una cuneta perimetral en terreno natural para el manejo eficiente de las aguas lluvias.

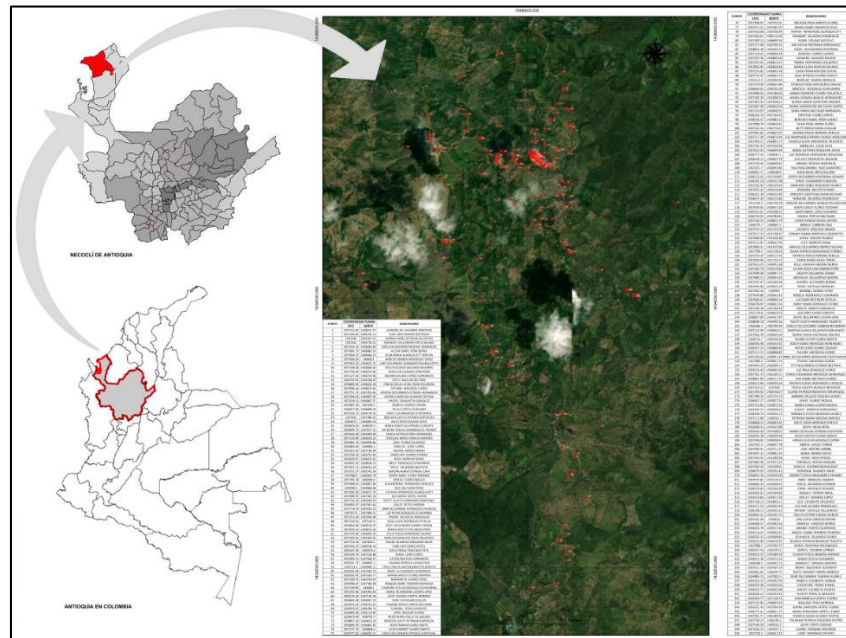
## 3 GENERALIDADES DEL MUNICIPIO

### 3.1 Localización

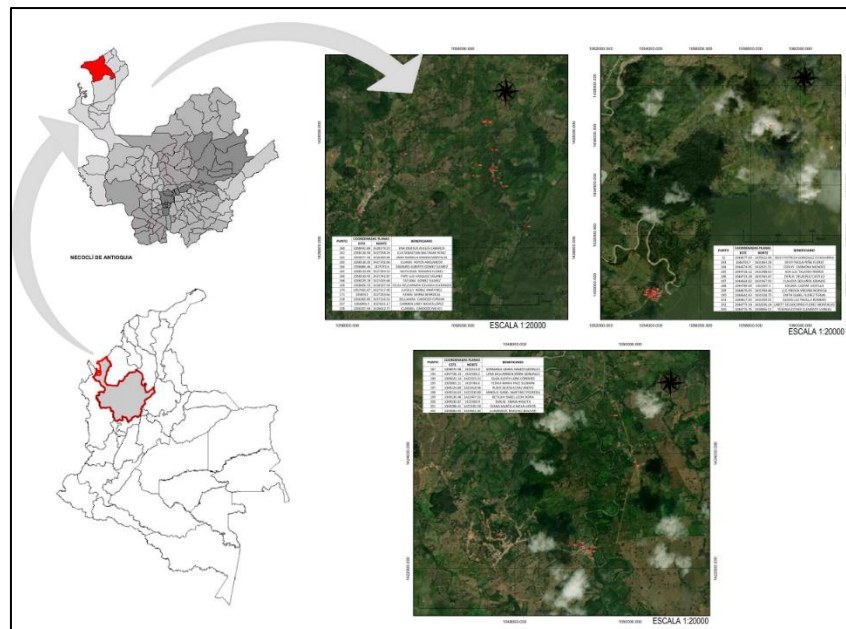
El municipio de Necoclí se localiza en el noroccidente de Colombia, en el departamento de Antioquia, sobre la franja oriental del Golfo de Urabá. Está situado en la costa del mar Caribe, a los 8° 25' 11" de latitud norte y 76° 45' 58" de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich. Se encuentra a 402 km de Medellín y a una altitud de 8 metros sobre el nivel del mar, con una superficie aproximada de 1.361 km<sup>2</sup>. Limita al norte con el mar Caribe y el municipio de San Juan de Urabá, al este con Arboletes, al sur con Turbo y al oeste nuevamente con el mar Caribe (Alcaldía, 2024).



Ahora bien, el proyecto se llevará a cabo en la zona rural del municipio de Necoclí, específicamente en el resguardo indígena el Volao, como se indica en la siguiente imagen:



*Ilustración 1: Localización del proyecto parte 1  
Tomado de: Estudio topográfico del proyecto*



*Ilustración 2: Localización del proyecto parte 2  
Tomado de: Estudio topográfico del proyecto*



### 3.2 Geología

De manera general y acuerdo al mapa geológico del departamento de Antioquia, los depósitos que cobijan al municipio de Necoclí son:

Depósitos aluviales recientes (Qal): Estos depósitos representan una combinación de material de arrastre y de desprendimiento, compuesto por fragmentos de diferentes litologías, mal seleccionados en algunos aluviones elevados con respecto al nivel actual de los ríos. Gran parte de los depósitos aluviales-coluviales son del holoceno y su espesor puede estar en aumento, debido a la depositación actual, acelerada, en algunos casos por el intenso proceso de degradación a la cual ha estado sometida el área, en tiempos recientes (INGEOMINAS, 1999).

Formación Napipi (Ngn): esta formación es una mezcla de lodolitas calcáreas, grises, nodulares y con intercalaciones lenticulares de calizas (INGEOMINAS, 1999).

Formación Uva (Pgu): está compuesta por capas de caliza, interestratificadas con lodolitas de color gris y areniscas de grano medio a grueso, con fragmentos calcáreos con presencia de foraminíferos y radiolarios (INGEOMINAS, 1999).

Formación Corpa (Ngco): Conformada principalmente de conglomerados intercalados con areniscas conglomeráticas de grano grueso y esporádicamente de capas de limolitas y arcillolitas, de color gris-azul.

Formación Floresanto + formación Maralú Ng(f+m): La Formación Floresanto se compone de una sucesión de shales y areniscas de tonalidades rojizas y grises, con estratificación bien definida, en la que se identifican varias capas de arenas con contenido petrolífero. En contraste, la Formación Maralú está constituida por



areniscas de grano medio a grueso, masivas, con intercalaciones esporádicas de shales. Esta última infrayace discordantemente a la Formación Floresanto.

Formación Pajuil (Ngp): integrada por shales de color gris-azul, interestratificados con areniscas y shales arenosos.

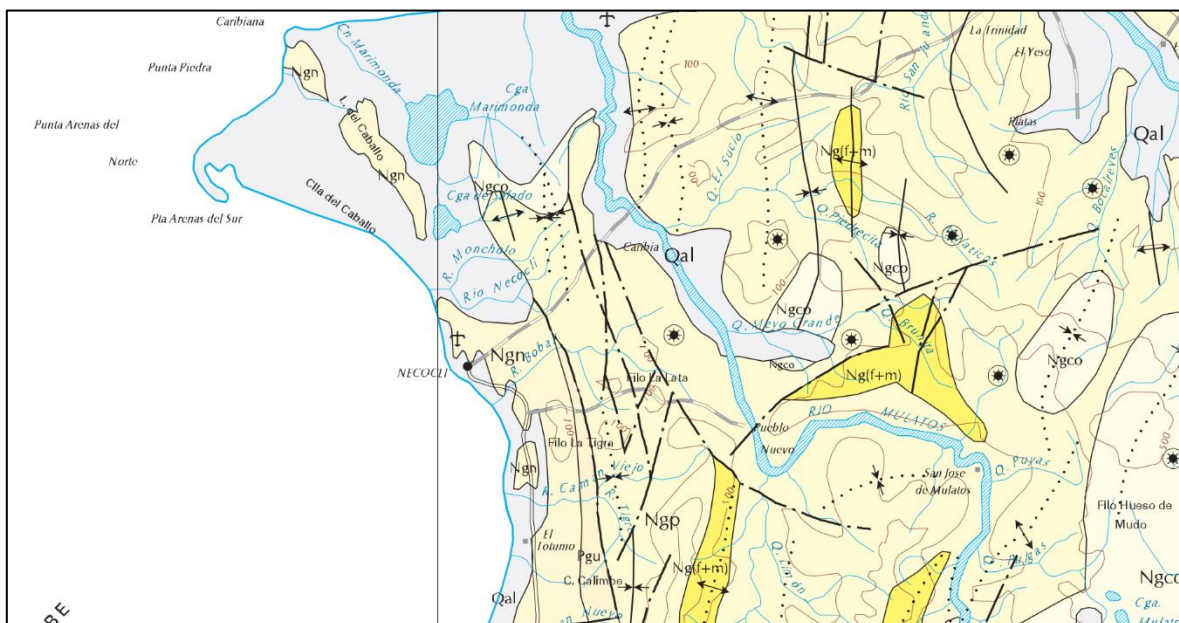


Ilustración 3: Mapa geológico del departamento de Antioquia.

Fuente: (INGEOMINAS, 1999)

Por otro lado, de acuerdo al Plan Básico de Ordenamiento Territorial del municipio, las condiciones geológicas-estructurales de interés en la zona evidencian una diferencia de aproximadamente tres metros en la terraza de la desembocadura del río Hobo, entre sus márgenes izquierda y derecha, lo que podría estar relacionado con la presencia de una falla, aunque no se observan rasgos claros de la misma. En el sector costero, la falla más meridional identificada corresponde a una estructura vertical con dirección N-S en Necoclí. Adicionalmente, se destacan dos lineamientos fotogeológicos: el primero asociado al cauce del río Punta de Piedra, con orientación N 70° W y continuidad hacia el fondo marino, lo que sugiere la existencia de una falla; y el segundo, correspondiente a la prolongación de la falla



del Atrato, que se manifiesta en una depresión al norte de Necoclí y coincide con la ubicación de las ciénagas El Salado y Marimonda (Alcaldía, 1999)

### 3.3 Geomorfología

De acuerdo al Plan Básico de Ordenamiento Territorial, El municipio de Necoclí presenta dos grandes dominios geomorfológicos: la zona urbana, localizada en una depresión costera, y la zona rural, caracterizada por llanuras aluviales y colinas de baja altura.

En la zona urbana de Necoclí se identifican cinco geoformas: playas naturales, terrazas erosivas, playas artificiales, cordones litorales y remanentes rocosos. La cabecera se ubica en una depresión topográfica entre 0 y 6 m.s.n.m., flanqueada por colinas de hasta 60 m.s.n.m, con ligera inclinación hacia el mar. Las playas tienen un ancho promedio de 20 m, las terrazas alcanzan 1–2.5 m de altura y los cordones litorales y remanentes rocosos reflejan la dinámica de crecimiento y erosión de la costa (Alcaldía, 1999).

En la zona rural, predominan dos geoformas:

**Zonas planas:** conformadas por llanuras costeras y depósitos aluviales de ríos y quebradas. Estas áreas presentan relieve suave, pendientes cortas y suelos susceptibles a encharcamientos en épocas de lluvia.

**Zonas de colinas y montañas:** constituidas por rocas sedimentarias, con cimas redondeadas y pendientes cortas y convexas en las colinas, y cimas angulares y pendientes moderadas a fuertes en las montañas, con desniveles de hasta 400 m.



En estas áreas se presentan procesos geomorfológicos activos como la erosión laminar, debida a escorrentía superficial, viento y sobrepastoreo, y la socavación lateral de orillas, ocasionada por la acción de ríos y quebradas sobre taludes arenosos sin cobertura vegetal (Alcaldía, 1999).

### 3.4 Climatología

El municipio de Necoclí presenta un clima tropical, influenciado por las corrientes húmedas que penetran a través del golfo de Urabá, lo que genera un ambiente cálido y húmedo durante la mayor parte del año. Su ubicación geográfica y su extensa zona costera favorecen la presencia de humedales de importancia ecológica, como la ensenada de Rionegro y el sistema de ciénagas de La Marimonda y El Salado (Alcaldia, 2017).

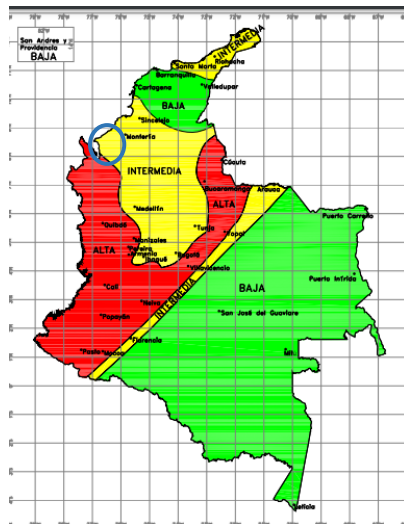
Las precipitaciones anuales promedian 2036 mm, con un periodo de lluvias que se presenta de manera constante, especialmente en los meses de marzo, junio, agosto y octubre. La temperatura promedio es de 28 °C y la humedad relativa se mantiene cercana al 93 % (Alcaldia, 2017).

### 3.5 Sismicidad

El estudio general de amenaza sísmica (2009), ubica a Necoclí en una zona de amenaza intermedia, cuyos coeficientes sísmicos tienen las siguientes magnitudes:

- $A_a = 0.20$  (Coeficiente de aceleración pico efectiva).
- $A_v = 0.20$  (Coeficiente que representa la velocidad horizontal pico de diseño).
- $A_d = 0.07$  (Coeficiente que representa la aceleración pico efectiva para el umbral de daño).

- $A_e = 0.15$  (Coeficiente de aceleración pico efectiva para diseño con seguridad limitada).



*Ilustración 4: Mapa de zonificación sísmica de Colombia*  
Fuente: (AIS, 2009)

### 3.6 Vegetación

El Plan Básico de Ordenamiento Territorial (Alcaldía, 1999), describe que las principales coberturas son:

**Rastrojo alto (45,5 % – 57.591 ha):** vegetación secundaria de 5 a 10 m de altura, ubicada en cimas de colinas y a lo largo de drenajes. Presenta especies como ceiba, caracolí, balso, roble y camajón. Su tendencia es decreciente por la ampliación de áreas para cultivos y potreros.

Pastos naturales y manejados (25,6 % – 32.457 ha): utilizados para ganadería. Los naturales nacen de forma espontánea y tienen bajo valor nutritivo, mientras que los manejados son introducidos con semilla mejorada (Angleton, Brachiaria, Guinea) y se establecen con criterios técnicos.



Rastrojo bajo (15,4 % – 19.476 ha): cobertura transitoria (6 a 12 meses) usada para descanso de suelos o rotación de cultivos; especies de rápido crecimiento (2–5 m).

Pastos enmalezados (5,7 % – 7.195 ha): praderas sin manejo donde predominan malezas no deseadas para la alimentación del ganado.

Vegetación inundable (3,9 % – 4.934 ha): ubicada en áreas bajas y planas, con especies como eneas, heliconias y arracachos.

Bosques (0,8 % – 1.016 ha): relictos dispersos de vegetación nativa (habo, ceiba, cedro, roble) en cimas y laderas, en su mayoría en estado de sucesión secundaria. Los más representativos están en el resguardo indígena Caimán Nuevo.

Cultivos localizados (0,25 % – 317 ha): permanentes o transitorios de subsistencia (maíz, plátano, arroz seco, frutales).

Cultivos extensivos (0,36 % – 456 ha): tecnificados y de carácter comercial, principalmente de plátano, banano y coco, en zonas bajas con suelos drenados y manejo intensivo.

#### 4 ANÁLISIS HIDROLÓGICO

En el marco del presente estudio hidráulico e hidrológico, se determina que el proyecto de construcción de galpones no requiere de estructuras hidráulicas especiales de almacenamiento o regulación, debido a que el objetivo principal es garantizar la adecuada recolección y conducción del drenaje superficial en el área de implantación. Para tal fin, se recomienda la construcción de cunetas en terreno natural, dispuestas estratégicamente alrededor de las construcciones, con el

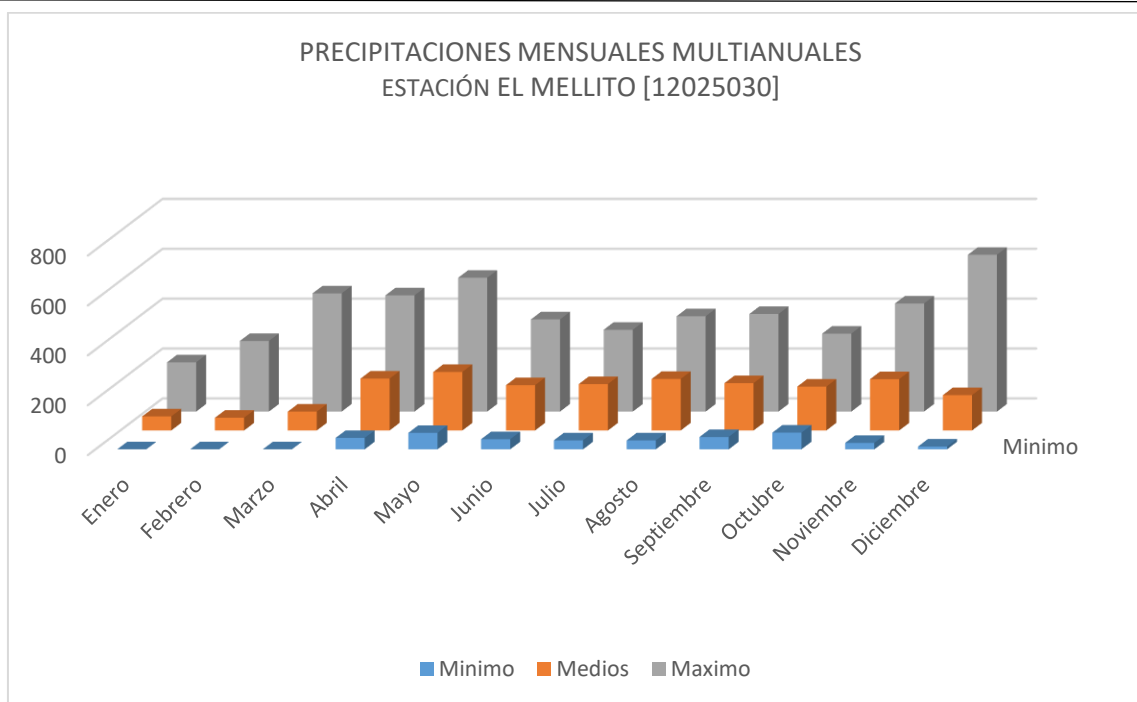


propósito de encauzar los caudales hacia los puntos de descarga natural y evitar procesos de encharcamiento o erosión local.

El análisis hidrológico desarrollado incluye el estudio de las precipitaciones multianuales de la zona, a partir de las cuales se estiman las intensidades de lluvia de diseño y, posteriormente, los caudales de escorrentía mediante la aplicación de metodologías hidrológicas reconocidas. Con base en dichos caudales se procede a la evaluación hidráulica de las secciones propuestas para las cunetas, verificando su capacidad de conducción frente a los eventos de lluvia considerados en el diseño. De esta manera, se asegura que las obras proyectadas resulten suficientes para evacuar adecuadamente las aguas pluviales y así mejorar el drenaje superficial, garantizando la funcionalidad del proyecto y minimizando riesgos de afectación tanto a la infraestructura como al entorno inmediato.

#### 4.1 Precipitación área de estudio

La precipitación es uno de los principales detonantes en el incremento de los caudales de escorrentía superficial, lo que hace necesario conocer el régimen pluviométrico temporal y espacial en la zona de estudio. Para establecer el régimen pluviométrico en el área de estudio, se utilizó la serie de datos de precipitaciones mensuales multianuales del año 1984 hasta el 2018, tomados de la estación meteorológica EL MELLITO, del municipio de Necoclí, operada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) e identificada con código 12025030. A continuación, se observa un histograma de precipitaciones mensuales multianuales (mm), que consta de los valores medios mínimos, medios y máximos de precipitación mensual para dicha estación.



*Grafica 1: Precipitaciones mensuales multianuales*  
*Fuente: Elaboración propia en base a información meteorológica del IDEAM.*

Los datos de precipitación mensual multianual de la estación El Mellito evidencian un régimen bimodal característico de la región Caribe colombiana, con dos periodos lluviosos principales y dos periodos secos intermedios. El primer pico de lluvias se presenta entre abril y mayo, con promedios de 207,92 mm y 234,5 mm respectivamente, mientras que el segundo ocurre entre agosto y noviembre, con valores medios que superan los 180 mm. En contraste, los meses más secos corresponden a diciembre a febrero y junio a julio, donde las precipitaciones medias son inferiores a 60 mm, registrándose incluso valores mínimos de 0 mm en varios meses. Los máximos muestran una alta variabilidad interanual, alcanzando hasta 628,6 mm en diciembre y 536,6 mm en mayo, lo que refleja la influencia de fenómenos climáticos extremos como El Niño y La Niña. Este comportamiento implica riesgos de inundaciones en temporada lluviosa y periodos de sequía en meses secos, aspectos relevantes para la gestión del recurso hídrico, la planificación agrícola y la infraestructura local.



## 4.2 Área de drenaje

El área de drenaje considerada corresponde a la superficie techada del galpón, equivalente a 62.16 m<sup>2</sup>.

## 4.3 Reducción de la intensidad de precipitación debido al área de la cuenca

En la medida que las áreas de drenaje se hacen más grandes, la Intensidad media de las lluvias sobre éstas se reduce en razón de la variabilidad espacial del fenómeno de precipitación. Por lo tanto, resulta conveniente considerar factores de reducción de la intensidad media de la precipitación, lo cual se encuentra estipulados en la tabla D.4.4 del RAS 2017.

*Tabla 1: Factor de reducción por área de drenaje de la cuenca.*

| Áreas de drenaje (ha) | Factor de reducción |
|-----------------------|---------------------|
| 50 – 100              | 0,99                |
| 100 – 200             | 0,95                |
| 200 – 400             | 0,93                |
| 400 – 800             | 0,90                |
| 800 – 1600            | 0,88                |

*Fuente: RAS, 2017*

Para la cuenca en estudio se establece un coeficiente de reducción de 0.99.

## 4.4 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía refleja la capacidad del suelo para permitir la infiltración y la conducción del agua por la superficie para llegar hasta el punto de control. Presenta valores entre 0.00 y 1.00, de acuerdo con las diferentes superficies que estén drenando, entre otros factores.



Para el cálculo del caudal de escorrentía se adoptó un coeficiente de escorrentía  $C=0.80$ , dado que el área de aporte corresponde principalmente a la cubierta del galpón, la cual se comporta como una superficie impermeable.

#### 4.5 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración es el tiempo requerido para que la escorrentía superficial llegue al punto más bajo desde la parte más remota del drenaje, depende de la longitud máxima que debe recorrer el agua hasta la salida del drenaje y de la velocidad que adquiere; esta velocidad está en función de las pendientes del terreno, la sección hidráulica del cauce y la rugosidad del mismo.

Dado que el área de interés es pequeña se establece la condición más crítica que es de 10 minutos.

#### 4.6 Intensidad de la lluvia y curvas IDF

La intensidad de la lluvia se obtuvo a partir de la intersección del tiempo de concentración calculada, el periodo de retorno establecido, y las curvas IDF. Para ello, se realizó la recopilación de la información meteorológica disponible en el área de estudio y posteriormente se realizaron las curvas IDF por correlación con el promedio anual de la serie de precipitación máxima en 24 horas.

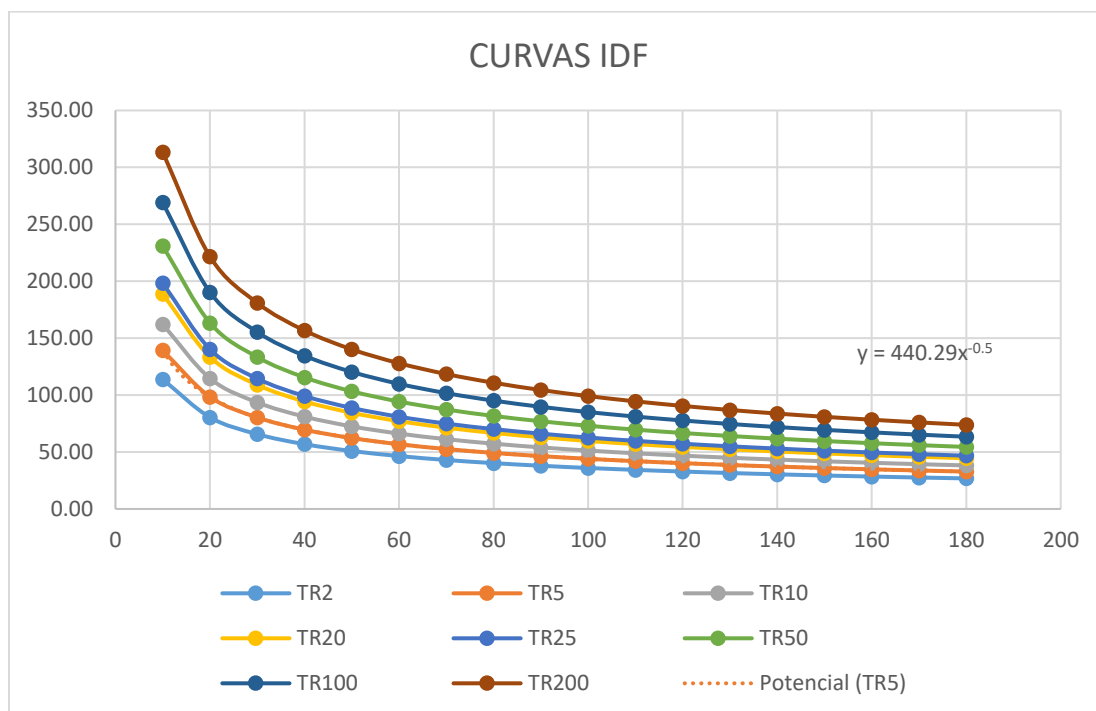
Para el estudio de la precipitación máxima se contó con el registro de la estación El Mellito, identificada con el código 12025030 y monitoreada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Se dispone de información de relaciones Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) para tormentas de hasta de 180 minutos con periodos de retorno de 2, 3, 5, 10, 25, 50, 100 y 200 años.



*Tabla 2: Variables de cálculo de intensidad de la precipitación.*

| TIEMPO (MIN) | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) |        |        |        |        |          |        |        |
|--------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|
|              | 2                         | 5      | 10     | 20     | 25     | 50       | 100    | 200    |
| 10           | 113.81                    | 139.23 | 162.17 | 188.88 | 198.39 | 231.0696 | 269.13 | 313.47 |
| 20           | 80.48                     | 98.45  | 114.67 | 133.56 | 140.28 | 163.3909 | 190.31 | 221.66 |
| 30           | 65.71                     | 80.39  | 93.63  | 109.05 | 114.54 | 133.4081 | 155.38 | 180.98 |
| 40           | 56.91                     | 69.62  | 81.08  | 94.44  | 99.19  | 115.5348 | 134.57 | 156.73 |
| 50           | 50.90                     | 62.27  | 72.52  | 84.47  | 88.72  | 103.3374 | 120.36 | 140.19 |
| 60           | 46.46                     | 56.84  | 66.21  | 77.11  | 80.99  | 94.3338  | 109.87 | 127.97 |
| 70           | 43.02                     | 52.63  | 61.29  | 71.39  | 74.98  | 87.3361  | 101.72 | 118.48 |
| 80           | 40.24                     | 49.23  | 57.34  | 66.78  | 70.14  | 81.6954  | 95.15  | 110.83 |
| 90           | 37.94                     | 46.41  | 54.06  | 62.96  | 66.13  | 77.0232  | 89.71  | 104.49 |
| 100          | 35.99                     | 44.03  | 51.28  | 59.73  | 62.74  | 73.0706  | 85.11  | 99.13  |
| 110          | 34.32                     | 41.98  | 48.90  | 56.95  | 59.82  | 69.6701  | 81.15  | 94.51  |
| 120          | 32.86                     | 40.19  | 46.81  | 54.53  | 57.27  | 66.7040  | 77.69  | 90.49  |
| 130          | 31.57                     | 38.62  | 44.98  | 52.39  | 55.02  | 64.0872  | 74.64  | 86.94  |
| 140          | 30.42                     | 37.21  | 43.34  | 50.48  | 53.02  | 61.7559  | 71.93  | 83.78  |
| 150          | 29.39                     | 35.95  | 41.87  | 48.77  | 51.22  | 59.6619  | 69.49  | 80.94  |
| 160          | 28.45                     | 34.81  | 40.54  | 47.22  | 49.60  | 57.7674  | 67.28  | 78.37  |
| 170          | 27.60                     | 33.77  | 39.33  | 45.81  | 48.12  | 56.0426  | 65.27  | 76.03  |
| 180          | 26.83                     | 32.82  | 38.22  | 44.52  | 46.76  | 54.4636  | 63.44  | 73.89  |

*Fuente: elaboración propia*



*Grafica 2: curvas IDF*

*Fuente: elaboración propia*



El periodo de retorno, se debe determinar de acuerdo a la importancia de las áreas de la cuenca y teniendo en cuenta los daños que las inundaciones periódicas pueden ocasionar a los habitantes, comercio, industria, etc. De acuerdo al manual de drenaje para carreteras (INVIAS, 2009), los valores correspondientes a la selección de los periodos de retorno, dependen de la estructura de drenaje a diseñar.

*Tabla 3: Periodos de retorno o grado de protección*

| TIPO DE OBRA                                       | PERIODO DE RETORNO (AÑOS) <sup>1</sup> |
|----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Cunetas                                            | 5                                      |
| Zanjas de Coronación <sup>2</sup>                  | 10                                     |
| Estructuras de Caída <sup>2</sup>                  | 10                                     |
| Alcantarillas de 0.90 m de diámetro                | 10                                     |
| Alcantarillas mayores a 0.90 m de diámetro         | 20                                     |
| Puentes menores (luz menor a 10 m)                 | 25                                     |
| Puentes de luz mayor o igual a 10 m y menor a 50 m | 50                                     |
| Puentes de luz mayor o igual a 50 m                | 100                                    |
| Drenaje subsuperficial                             | 2                                      |

*Fuente:* (INVIAS, 2009)

De esta manera, se establece un periodo de retorno de 5 años para las cunetas proyectadas.

#### 4.7 Caudal de diseño

Para el cálculo de los caudales de diseño se emplea el método racional, este método permite establecer los caudales a partir de la extensión, las características de uso del suelo y las intensidades de las lluvias de acuerdo con la siguiente expresión:



$$Q = \frac{C.I.A}{3.6}$$

Dónde:

Q: Caudal en (m3/s).

C: Coeficiente de escorrentía, adimensional.

I: Intensidad de precipitación (mm/hr).

A: área de drenaje (Ha).

*Tabla 4: caudal de diseño – estructuras proyectadas*

| Galpón | Pendiente | Área (km2) | Tc (min) | Intensidad (mm) | Coeficiente de escorrentía | Factor de reducción | Caudal diseño (m3/s) |
|--------|-----------|------------|----------|-----------------|----------------------------|---------------------|----------------------|
| 1      | 1.00%     | 0.0000622  | 10.00    | 139.23          | 0.80                       | 0.99                | 0.001904             |

*Fuente: elaboración propia*

## 5 ANÁLISIS HIDRÁULICO

El drenaje del agua producto de la escorrentía será recolectado por la cuneta proyectada, gracias a la pendiente transversal de 1% de la misma. Dichos caudales generados se recogerán y serán transportados hacia puntos más bajos o drenajes cercanos.

El análisis hidráulico se hace inicialmente con el fin de verificar que las secciones de la cuneta cumplan con los requerimientos hidráulicos de diseño, para ello se establece como criterio de evaluación que la capacidad hidráulica de la cuneta, debe ser mayor que el caudal de diseño asociado a esta. De igual manera, para evaluar la capacidad hidráulica de cada tramo se emplea la formulación de manning, para un período de retorno de 5 años.



$$Q = \frac{1}{n} AS^{\frac{1}{2}} R^{\frac{2}{3}}$$

En dónde:

A: Área (m/s).

n: Factor de rugosidad de Manning (0.013 Concreto reforzado).

R: Radio Hidráulico (m).

S: Pendiente del canal (m/m).

A continuación, se muestra la capacidad hidráulica de las cunetas.

*Tabla 5: capacidad hidráulica - cuneta*

| Galpón | Pendiente | Área (km2) | Caudal diseño (m3/s) | B    | H    | Área (m2) | Perímetro mojado (m) | Rh   | Velocidad de Flujo (m/s) | Capacidad hidráulica (m3/s) | Observaciones |
|--------|-----------|------------|----------------------|------|------|-----------|----------------------|------|--------------------------|-----------------------------|---------------|
| 1      | 1.00%     | 0.0000622  | 0.001904             | 0.30 | 0.20 | 0.06      | 0.700                | 0.09 | 1.50                     | 0.09                        | OK            |

*Fuente: elaboración propia*

En la tabla 5, se observa que la sección hidráulica de la cuneta cumple con el criterio para transportar el caudal de diseño.

## 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a la información consignada en el presente informe, se puede concluir y recomendar:

-El análisis de datos de la estación El Mellito evidenció un régimen bimodal típico de la región Caribe, con dos periodos lluviosos importantes (abril-mayo y agosto-noviembre) y dos periodos secos (diciembre-febrero y junio-julio). Este



comportamiento implica la necesidad de un sistema de drenaje eficiente que evite encharcamientos en las temporadas de mayor precipitación.

-Los caudales de escorrentía calculados con base en las intensidades de lluvia y el coeficiente de escorrentía adoptado ( $C=0.80$ ) muestran que las cunetas proyectadas son suficientes para conducir las aguas lluvias generadas por los eventos de diseño, sin comprometer la estabilidad de las estructuras ni el funcionamiento del galpón.

-El análisis hidráulico de la sección de cuneta propuesta (0,30 m de base y 0,20 m de altura) demostró que su capacidad hidráulica es superior al caudal de diseño calculado, por lo que resulta adecuada para evacuar las aguas lluvias generadas en el área del galpón.

-Se recomienda ejecutar las cunetas perimetrales respetando las dimensiones, pendientes y materiales definidos, asegurando que conserven la capacidad hidráulica proyectada.

-Se recomienda realizar mantenimiento periódico a las cunetas (retiro de sedimentos, malezas u obstrucciones) con el fin de conservar su capacidad hidráulica durante la vida útil del proyecto.



## 7 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las recomendaciones realizadas en el presente informe se basan en las condiciones de campo observadas durante las visitas a campo, por lo que si durante la ejecución llegaran a presentarse condiciones diferentes a las enunciadas y asumidas como típicas, o surgiese cualquier dificultad imprevista que afecte considerablemente las variables asumidas, esta situación deberá ser informada oportunamente a fin de realizar los ajustes y evaluaciones pertinentes.

AMAURY JOSÉ GUZMAN RAMOS  
Ing. Civil  
MP:22202-253459COR



## 8 BIBLIOGRAFÍA

- AIS. (2009). Estudio general de amenaza sísmica de Colombia. *Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica*. Bogotá, Colombia.
- Alcaldía. (1999). *Plan Basico de Ordenamiento Territorial*.
- Alcaldia. (2017). plan municipal de gestión del riesgo de desastres. Necoclí, Antioquia, Colombia.
- Alcaldía. (2024). PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL 2024-2027. Necoclí, Antioquia, Colombia.
- FAO. (2013). *REVISIÓN DEL DESARROLLO AVÍCOLA*. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/329825ab-8be3-4edb-b3c7-9aeb7898575b/content>
- INGEOMINAS. (1999). GEOLOGIA DEL DEPARTAMENTO DE antioquia.
- INVIAS. (2009). Manual de drenaje para carreteras .