Barranquilla, 01 de Diciembre de 2025

Señor
AZAEL ANTONIO CHARRIS SALAS
SECRETARIO
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO

REFERENCIA: Informe de actividades correspondiente al contrato No. 202502712, de prestación de servicios de cuyo inicio fue 25 de septiembre y finaliza el 31 de diciembre de 2025**.**

Mediante el presente, hago entrega del informe de actividades de la prestación de servicios en el marco de mi contrato con el Departamento del Atlántico, correspondiente al **periodo 01 de octubre al 31 de octubre de 2025**. A continuación, relaciono asunto, actividad y estado de los procesos, conceptos, trámites y demás gestiones que he adelantado en cumplimiento de mis obligaciones contractuales:

No	Obligación Contractual	Producto
1	Apoyar a la secretaría de infraestructura en los proyectos hidrológicos, hidráulicos y de obras civiles	• Análisis de Inundabilidad de 4 predios para el desarrollo del proyecto "PRESTAR SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS TECNICOS, TRAMITE DE LICENCIAS, PARA LA CONSTRUCCION DE PARQUES SOLARES EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO."
2	Apoyar en la supervisión contractual de las diferentes etapas de los proyectos hidrológicos, hidráulicos y de obras civiles	Apoyo en la revisión de las condiciones de drenaje pluvial en el proyecto de ampliación de la segunda calzada de la sexta entrada (Caracolí)
3	Realizar los ajustes y diseños a los proyectos que le sean asignados por la secretaría de infraestructura de acuerdo con los asuntos de su competencia	No se asignó en este periodo
4	Participar en mesas técnicas de trabajo y reuniones de acuerdo con asuntos de su competencia que requiera la Secretaría de infraestructura	No se asignó en este periodo
5	Atender y proyectar respuestas a las solicitudes y/o requerimientos de información tanto internos como externos en asuntos de su competencia	No se asignó en este periodo
6	Las demás funciones asignadas por el jefe inmediato y las que sean necesarias para dar cumplimiento a la solicitud recibida	• Inicio de Estudio hidrológico y análisis hidráulico frente a erosión en vía de ingreso al Corregimiento de Gallego, Municipio de Sabanalarga.

Atentamente,



GABRIEL ALFONSO OYAGA GARCIA
Contratista

ANEXO INFORME DE ACTIVIDADES

CONTRATO NO. 202502712
PRESTACIÓN DE SERVICIOS

GABRIEL ALFONSO OYAGA GARCIA

PERIODO 01 AL
31 DE OCUTBRE DE 2025

EJECUCIÓN

OBLIGACIÓN 1: Apoyar a la secretaría de infraestructura en los proyectos hidrológicos, hidráulicos y de obras civiles

1 EVALUACIÓN PRELIMINAR

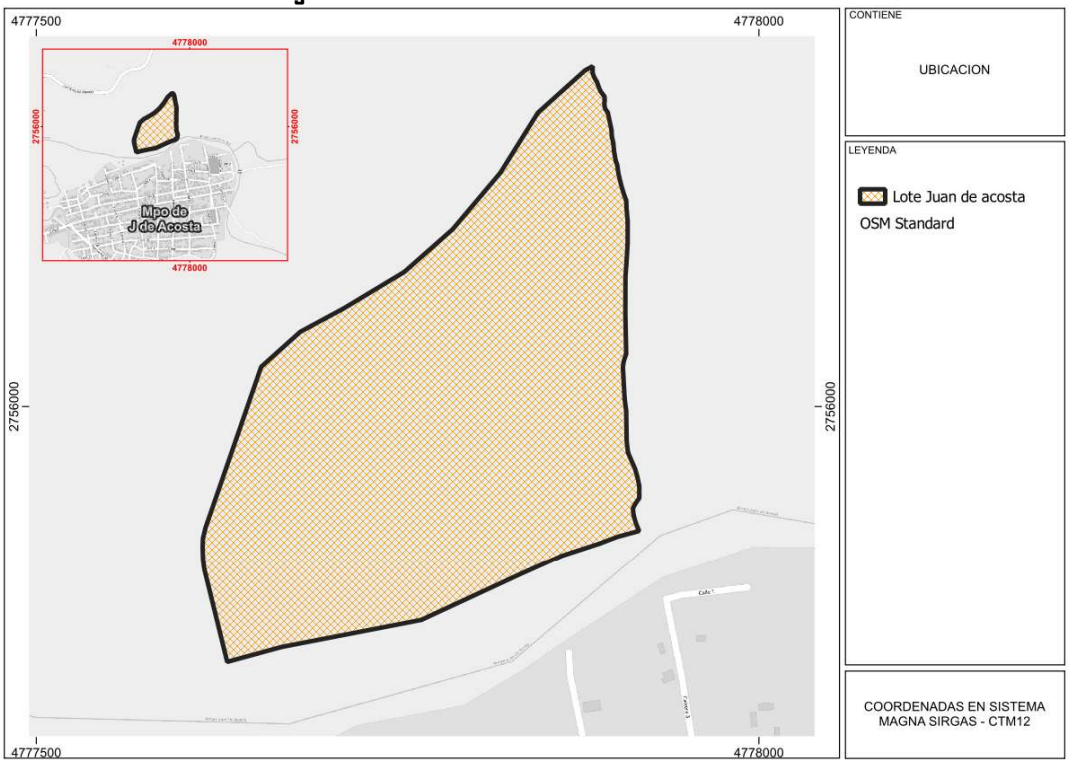
El Atlántico no tiene grandes ríos navegables en estas zonas, pero sí presenta alto riesgo por inundaciones por escorrentía superficial (flash floods) y encharcamientos prolongados, debido a:

- Suelos predominantemente arenosos y limosos, de baja retención, pero alta conductividad — generan escorrentía rápida en pendientes, pero en zonas planas causan acumulación por escasa pendiente (<0.5 %).
- Cobertura vegetal natural reducida (pastizales y agricultura), lo que incrementa el coeficiente de escorrentía (C ≈ 0.3–0.5).
- Alta variabilidad interanual: eventos como “La Niña 2010–2011” generaron precipitaciones >300 % del promedio en 48 h.
- Condiciones climáticas de régimen semiárido, con precipitaciones concentradas en dos épocas del año (abril–junio y septiembre–noviembre), con fuerte presencia de lluvias convectivas.

1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

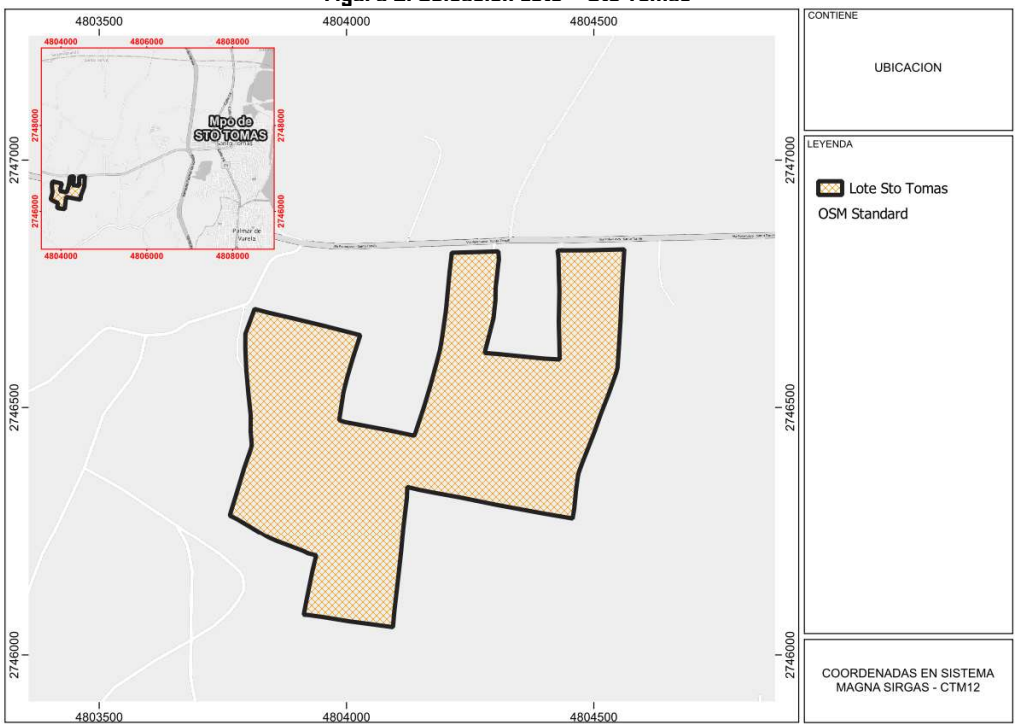
Los siguientes lotes se evaluarán para determinar su viabilidad desde el punto de vista de la amenaza frente a las inundaciones.

Figura 1. Ubicación Lote Villa María - Juan de Acosta



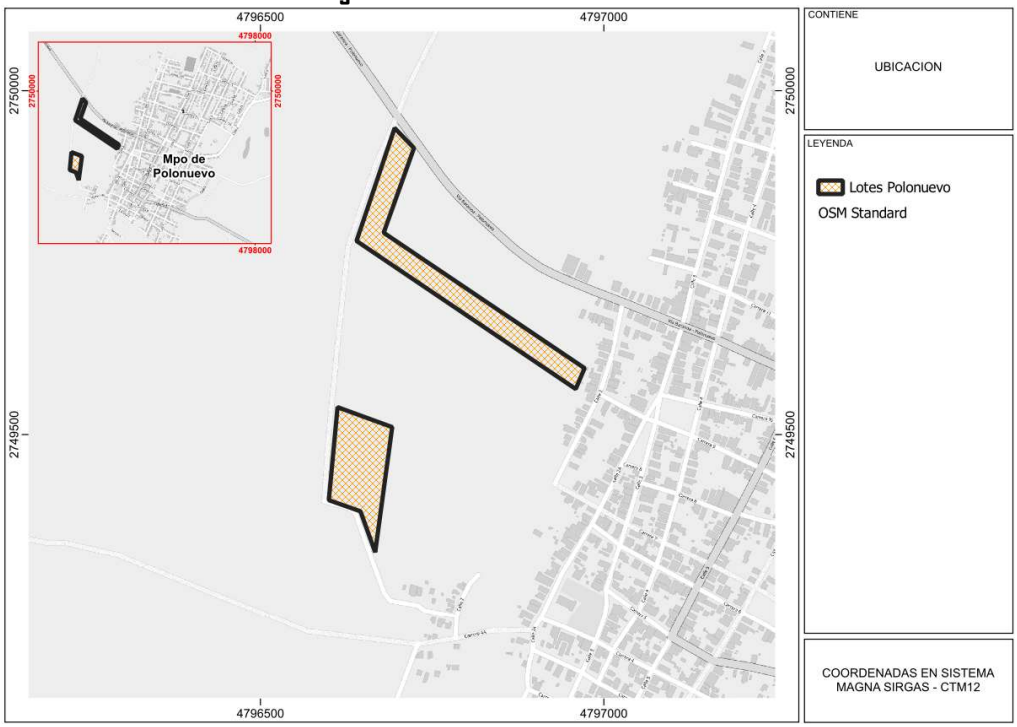
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Ubicación Lote – Sto Tomás



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Ubicación Lote – Polonuevo



Fuente: Elaboración propia

Los tres lotes se ubican en zonas interiores del departamento del Atlántico, en cercanías de las cabeceras municipales. Las condiciones climáticas son de régimen

semiárido, con precipitaciones concentradas en dos épocas del año (abril–junio y septiembre–noviembre

1.1 OBJETIVO

Evaluar de forma comparativa, a nivel de tamiz, la susceptibilidad y posible amenaza por inundación de tres lotes (Juan de Acosta, Santo Tomás y Polonuevo, Atlántico) para uso como granja solar, integrando topografía (DEM/ITW) y un modelo digital de precipitaciones máximas (DPM), con clasificación de riesgo.

1.2 METODOLOGIA

Se trata de un estudio es preliminar y no se cuenta con modelación hidráulica detallada, con lo cual se basa en el análisis espacial mediante variables derivadas del terreno y la precipitación regional

1.2.1 Conceptos de inundación, amenaza y mapas temáticos

- **Inundación (tipologías y usos):** Las inundaciones pueden considerarse tanto recurso como amenaza; la cartografía de inundación se estructura en mapas de susceptibilidad, de evento y de amenaza, con insumos de sensores remotos, topografía y climatología. Los mapas de amenaza por inundación se elaboran integrando condiciones físicas y probabilidades (periodos de retorno)
- **Metodologías IDEAM:** La guía metodológica del IDEAM define pasos para seleccionar tipo de mapa, construir mapas de susceptibilidad, de evento y de amenaza, con énfasis en calidad de insumos y criterios reproducibles. Es un marco reconocido para Colombia y aplicable al nivel de prefactibilidad.

1.2.2 Multicriterio geoespacial y precedentes en Colombia

- Análisis multicriterio SIG: Estudios en Colombia han zonificado riesgo de inundación integrando pendientes, coberturas, drenaje y precipitación, mediante ponderaciones y normalizaciones, demostrando utilidad para planificación territorial y decisiones tempranas
- Aplicación a infraestructura energética: La selección de granjas solares en Colombia ha utilizado SIG y multicriterio para identificar restricciones físicas y ambientales, validando el enfoque espacial para decisiones de ubicación.

1.2.3 Precipitación extrema e IDF/areales

- **Curvas IDF y distribución:** En Colombia, el ajuste de máximos a distribuciones tipo Gumbel y la construcción de curvas IDF por periodos de

retorno es práctica estándar para lluvias de diseño, útil para inferir intensidades máximas ante diferentes duraciones.

- **Regionalización de máximas 24h:** Existen desarrollos de regionalización de precipitaciones máximas en 24 horas por periodos de retorno, aplicables como base para DPM cuando la densidad de estaciones es limitada. Ayudan a construir superficies espaciales para estimar amenaza pluvial de primer orden.

1.2.4 Topografía y el índice topográfico de humedad (ITW/TWI)

Este índice combina dos elementos clave en la dinámica del flujo superficial:

1. **Área de contribución (α)**: Representa la cantidad de agua que converge hacia un punto específico del terreno. A mayor área de contribución, mayor es la cantidad de agua que podría llegar a ese punto.
2. **Pendiente (β)**: Indica la capacidad del terreno para drenar el agua. En pendientes suaves, el agua tiende a estancarse, favoreciendo la saturación del suelo.

Por lo tanto, el TWI refleja una relación inversa con la pendiente e indirectamente proporcional al potencial de acumulación de agua. **Valores altos del TWI indican áreas con mayor probabilidad de saturación del suelo y escurrimiento superficial**, mientras que valores bajos sugieren zonas con buen drenaje.

$$\mathrm{TWI} = \ln\left(\frac{a}{\tan\beta}\right),$$

donde

a = es el área de contribución específica (por unidad de ancho) y

β = la pendiente local.

Este índice captura la propensión a acumulación de agua/saturación en función de convergencia de flujo y pendiente; es un aproximado robusto de susceptibilidad.

- **Adecuación de DEM 12.5 m:** Para prefactibilidad y tamiz a escala de lote periurbano, un DEM de 12.5 m es adecuado para derivar pendientes, curvatura y TWI; para detalle hidráulico urbano (microdrenajes, cunetas), se requerirá resolución mayor (p. ej., LiDAR) en fases posteriores. La guía IDEAM subraya la importancia de la calidad y selección de insumos topográficos según objetivo del mapa.

Como procedimiento para el cálculo del riesgo de inundación se considerará el cálculo de las siguientes variables:

- **TWI (Índice Topográfico de Humedad):** Calculado a partir del modelo digital de elevación (DEM) de 12.5 m de resolución. Representa la tendencia relativa del terreno a acumular agua.

Tabla 1. Categorización de TWI según nivel de Vulnerabilidad.

Categoría de Vulnerabilidad (TWI)	Rango de Valores TWI	Implicación
Bajo	*TWI* ≤ *Percentil25*	Pendientes altas. Drenaje rápido. Bajo riesgo de encharcamiento/saturación.
Medio	*Percentl25* < *TWI* ≤ *Perentil75*	Pendientes moderadas. Flujo más lento. Riesgo moderado de encharcamiento temporal.
Alto	*TWI* > *Percentil75*	Pendientes bajas/planas y gran área de captación. Alto riesgo de encharcamiento y saturación del suelo.

- **Precipitación máxima en 24 h (TR=25 años):** Asignada por estación y promediada areal según valores.

Tabla 2. Categorización de Pmax según nivel de Amenaza.

Categoría de Amenaza (DPM)	Rango de Valores de Precipitación (en mm)	Implicación
Alto	$P_{\text{máx}} > \text{Percentil } 75$	El 25% del área con la precipitación más alta. **Máxima Amenaza.**
Medio	$\text{Percentil } 25 < \text{P}_{\text{máx}} \leq \text{Percentil } 75$	El 50% del área con valores típicos.
Bajo	$P_{\text{máx}} \leq \text{Percentil } 25$	El 25% del área con la precipitación más baja. **Mínima Amenaza.**

- **Índice de riesgo de Inundación superficial:** Se determina según las características anteriores llevándolos a valores de 0 a 1 asignando pesos según su importancia.

$$\textbf{IRIS}=0.5\cdot S_{TWI}+0.5\cdot S_{P24h}$$

$$S_{\text{TWI}} = \begin{cases} 0 & \text{TWI} \leq p25 \\ \dfrac{\text{TWI} - p25}{p75 - p25} & p25 < \text{TWI} < p75 \\ 1 & \text{TWI} \geq p75 \end{cases}$$

$$S_{\mathrm{P24h}} = \frac{P_{24h} - Percentil25}{Percentil\ 75 - Percentil\ 25}$$ (truncado en [0,1])

2 ANALISIS DE INUNDACION

En el análisis hidrológico espacial, uno de los desafíos principales es identificar áreas propensas a acumular agua superficial durante eventos pluviales intensos. Estas zonas son especialmente relevantes en la evaluación de riesgos por inundaciones, erosión y saturación del suelo.

Para abordar esta problemática desde una perspectiva cuantitativa y espacialmente explícita, se han desarrollado diversos índices basados en modelos digitales de elevación (MDE), entre los cuales destaca el Índice Topográfico de Humedad (TWI, por sus siglas en inglés: Topographic Wetness Index)

El TWI es un índice morfométrico ampliamente utilizado en estudios hidrológicos que permite estimar la distribución espacial de la humedad del suelo en una cuenca o área de estudio. Este índice está fundamentado en la premisa de que la acumulación de flujo superficial está fuertemente influenciada por la topografía local, lo cual tiene implicaciones directas en la susceptibilidad de ciertos sectores a la saturación y al escurrimiento superficial, factores clave en la ocurrencia de inundaciones.

La aplicación del TWI resulta particularmente útil en contextos donde no se dispone de datos hidrológicos detallados o donde se requiere una aproximación preliminar para identificar **zonas potenciales de inundación**. Su implementación mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y modelos digitales de elevación permite obtener mapas predictivos que pueden integrarse en estrategias de gestión del riesgo y planificación territorial.

Por otro lado, mientras que el TWI nos determina la vulnerabilidad a la inundación, el análisis de precipitación en prefactibilidad es un insumo para el riesgo hidrológico ya que nos define el nivel de amenaza. TWI nos dice dónde se acumularía el agua, pero no cuánta agua es capaz de caer en ese lugar. Un lote puede tener un TWI bajo, pero si está en una región de precipitación extrema, el riesgo sigue siendo significativo.

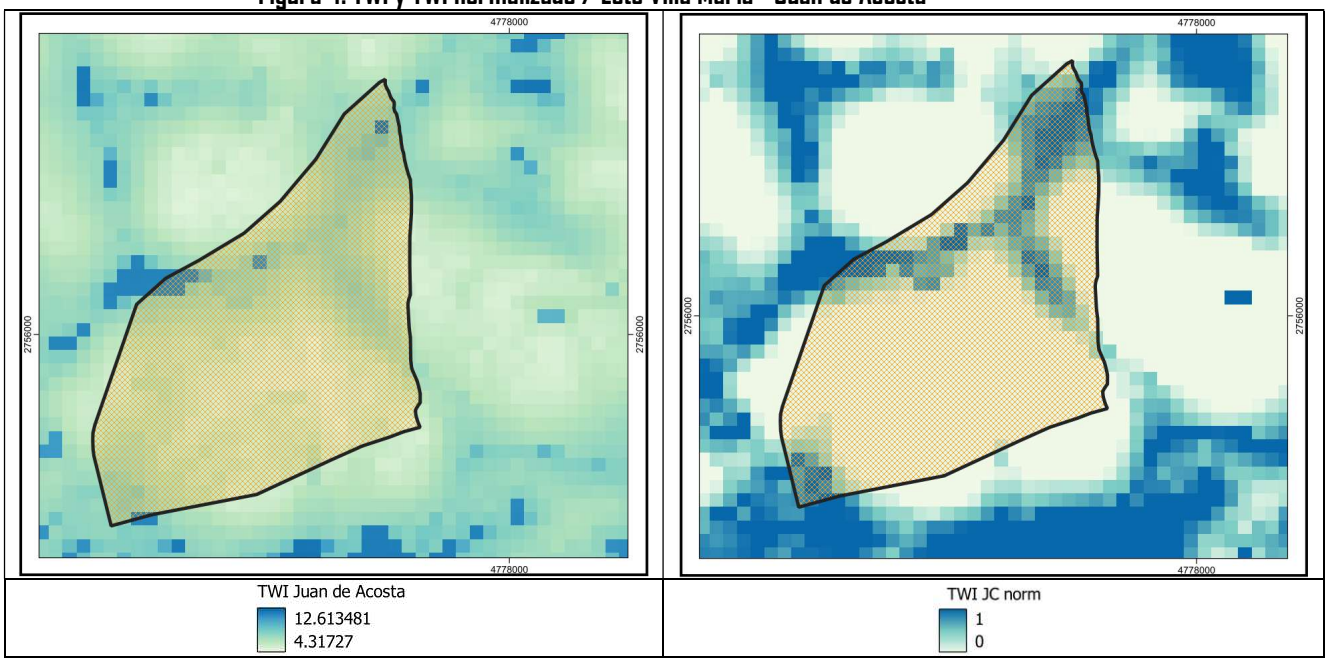
Los datos de precipitación, combinados con el TWI, permiten un análisis cualitativo del riesgo. Al puede superponer el mapa de TWI (vulnerabilidad topográfica) con el mapa de Isoyetas de Precipitación (amenaza), se pueden determinar zonas de riesgo Alto, Medio o Bajo.

2.1 DETERMINACÓN DEL INDICE TOPOGRAFICO DE HUMEDAD

Para la determinación del TWI se hará uso del software SAGA GIS y su algoritmo SAGA Wetness Index. Esta es una herramienta robusta y accesible para evaluar la susceptibilidad espacial a la acumulación de agua superficial. Al estar basado en el TWI teórico y optimizado dentro del entorno de SAGA GIS, permite un cálculo

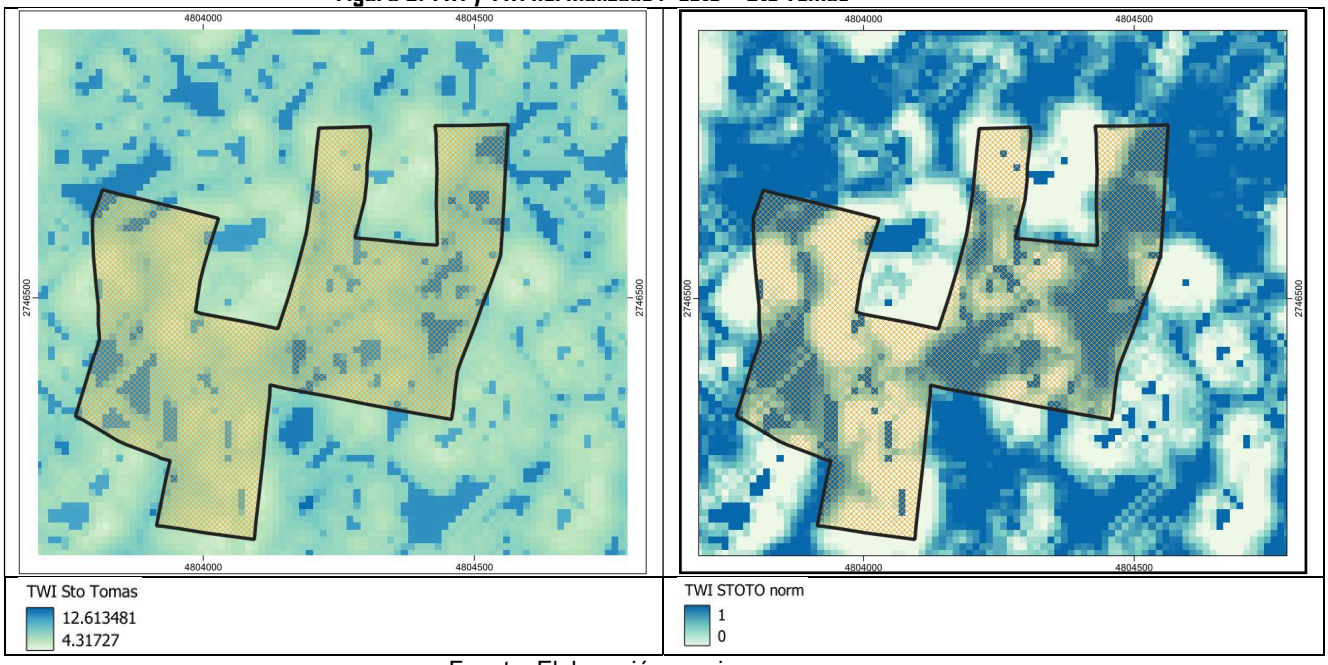
eficiente y preciso del índice, facilitando su aplicación en estudios de gestión del riesgo, planificación territorial y modelación ambiental.

Figura 4. TWI y TWI normalizado / Lote Villa María - Juan de Acosta



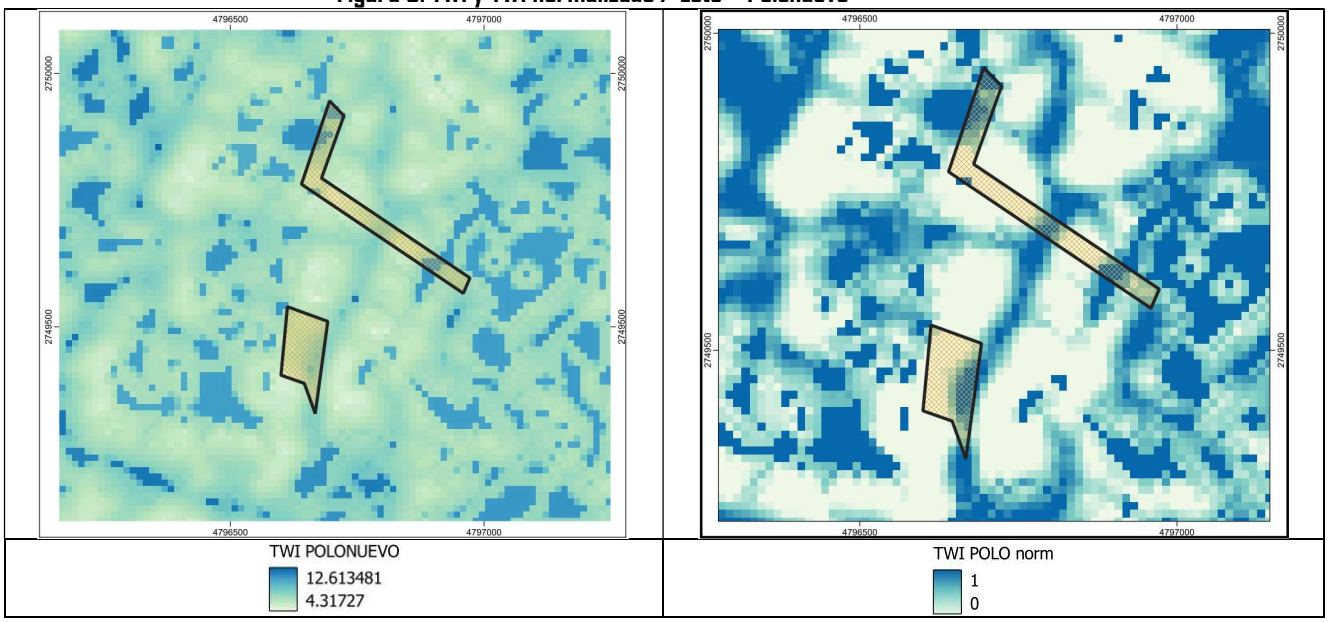
Fuente: Elaboración propia

Figura 5. TWI y TWI normalizado / Lote – Sto Tomás



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. TWI y TWI normalizado / Lote – Polonuevo



Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración del mapa normalizado se utiliza la siguiente formulación en la calculadora ráster:

Percentil 25: 6.59
Percentil 75: 7.99

Cálculo de mapas:

(" twi@1" <= 6.59) * 0 +
(("twi@1" > 6.59) AND ("twi@1" < 7.99)) * (("twi@1" - 6.59) / (7.99 - 6.59)) +
("twi@1" >= 7.99) * 1

2.2 DETERMINACIÓN DEL MODELO DE PRECIPITACIONES

Se realiza el modelo de precipitaciones máximas en el presente estudio se utilizará la información base empleada por Oyaga y Mejía en el estudio “Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico”, donde a partir de información de 38 estaciones del Instituto de Estudios Ambientales y Meteorología (IDEAM), distribuidas en el departamento del Atlántico, en un periodo de referencia de 37 años, en donde se efectuó un completado de los registros pluviográficos y pluviométricos a través de modelos de ajustes probabilísticos

Se tomarán del registro un total de 35 estaciones completas y sus correspondientes resultados de Pmax 24h para diferentes periodos de retorno:

Tabla 3. Estaciones IDEAM y Pmax 24h según periodo de retorno (T).

CODIGO	ESTACION IDEAM	CATEGORIA	Pmax 24h (mm) Periodo de Retorno (T)				
			5	10	25	50	100
14010020	HIBACHARO [14010020]	PM	102	114	130	142	156
14010090	PORVENIR EL [14010090]	PM	108	124	146	162	179
14015010	GALERAZAMBA [14015010]	CP	102	114	130	142	154
14010010	PIOJO [14010010]	PG	117	142	178	206	236
14010030	BAYUNCA [14010030]	PM	112	128	148	164	181
14010050	CANAVERAL [14010050]	PM	109	122	139	152	165
14010100	PINTADA LA [14010100]	PM	112	126	147	163	180
29030050	SAN ESTANISLAO [29030050]	PM	103	125	154	178	203
29030140	SAN JOSE [29030140]	PM	106	121	142	158	175
29035070	REPELON [29035070]	CP	88	98	111	122	132
29040020	MONTEBELLO [29040020]	PM	91	102	117	129	141
29040070	PONEDERA [29040070]	PM	114	129	150	164	181
29040080	POLONUEVO [29040080]	PM	116	131	151	167	182
29040190	SABANALARGA [29040190]	PM	97	110	126	140	153
29040200	LENA [29040200]	PM	107	121	140	156	170
29040230	PTO COLOMBIA [29040230]	PM	109	123	141	156	170
29040250	CAMPO DE LA CRUZ [29040250]	PM	92	102	116	128	139
29040260	CANDELARIA [29040260]	PM	97	108	123	134	146
29040270	RABON EL HDA [29040270]	PM	97	107	119	130	140
29040300	PTO GIRALDO [29040300]	PM	105	114	128	139	150
29040310	SAN PEDRITO ALERTA [29040310]	PM	89	99	112	123	134
29045020	A.E CORTISSOZ [29045020]	SP	97	108	124	135	147
29045110	JUAN DE ACOSTA [29045110]	CO	108	123	143	159	175
29045120	FLORES LAS [29045120]	CP	118	139	167	190	213
29030270	LOMA GRANDE [29030270]	PM	96	108	124	137	151
29030410	CASA DE BOMBAS [29030410]	PM	91	102	117	128	140
29035080	NORMAL MANATI [29035080]	CP	110	129	157	179	202
29050020	SALAMINA [29050020]	PM	110	130	157	178	201
29060540	SAN RAFAEL [29060540]	PM	97	110	126	140	154
29060080	COCOS LOS [29060080]	PM	134	164	207	241	277
29050010	TIOGOLLO [29050010]	PM	101	111	124	135	145
29040290	CAMPANOS LOS [29040290]	PM	109	124	145	162	179
29035120	LIMON EL [29035120]	CO	112	122	135	145	156
29030640	CABECERA HENEQUEN [29030640]	PM	89	99	111	122	132
29040240	USIACURI [29040240]	PG	91	102	117	129	140

Fuente: “Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico”, Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

Se utilizará para la elaboración del modelo de precipitaciones máximas la información correspondiente a un periodo de retorno de 25 años, el cual se considera suficiente como revisión preliminar.

Figura 7. PMAX 25 T25 Años

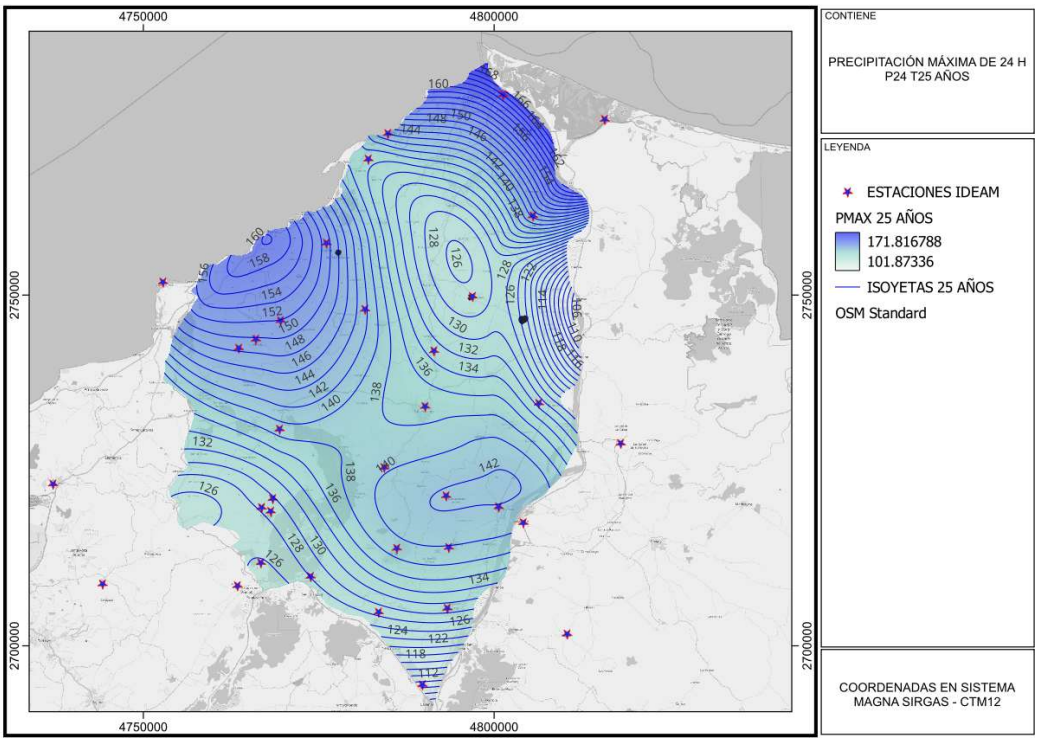
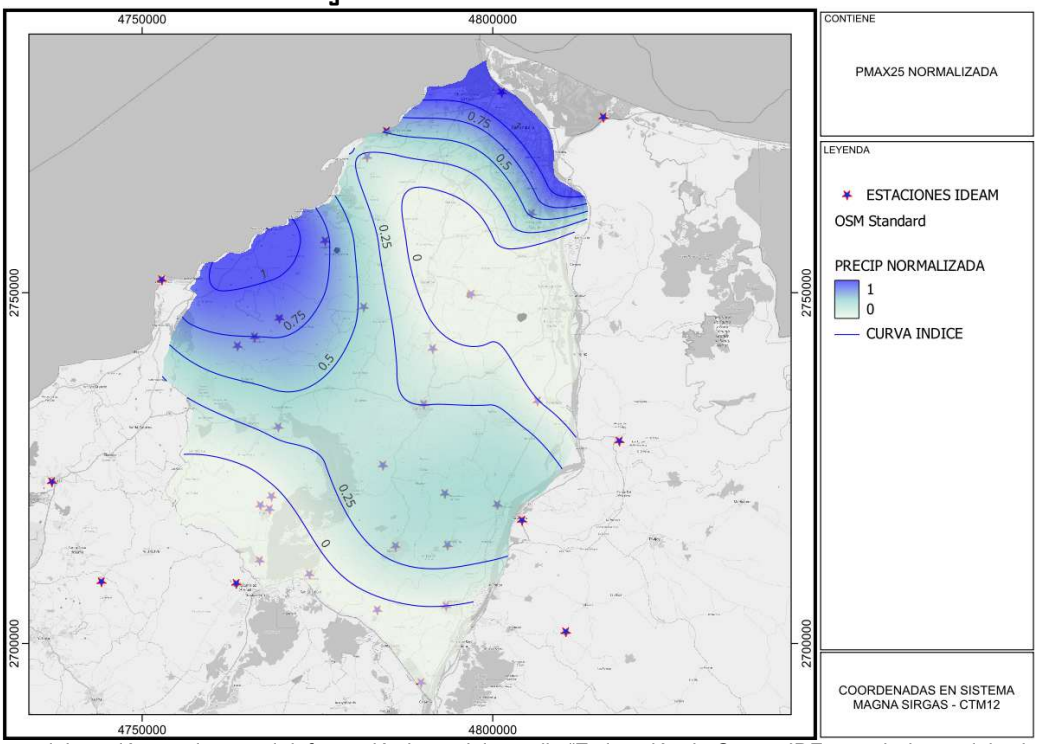


Figura 8. PMAX 25 T25 Años normalizado



Fuente: elaboración propia a partir información base del estudio "Estimación de Curvas IDF a partir de precipitaciones máximas de 24 horas en el Departamento del Atlántico", Oyaga y Mejía 2017. Universidad de la Costa

Para la elaboración del mapa normalizado se realiza la misma formulación en la calculadora ráster, a partir de los percentiles 25 y 75, que la utilizada para los TWI normalizados.

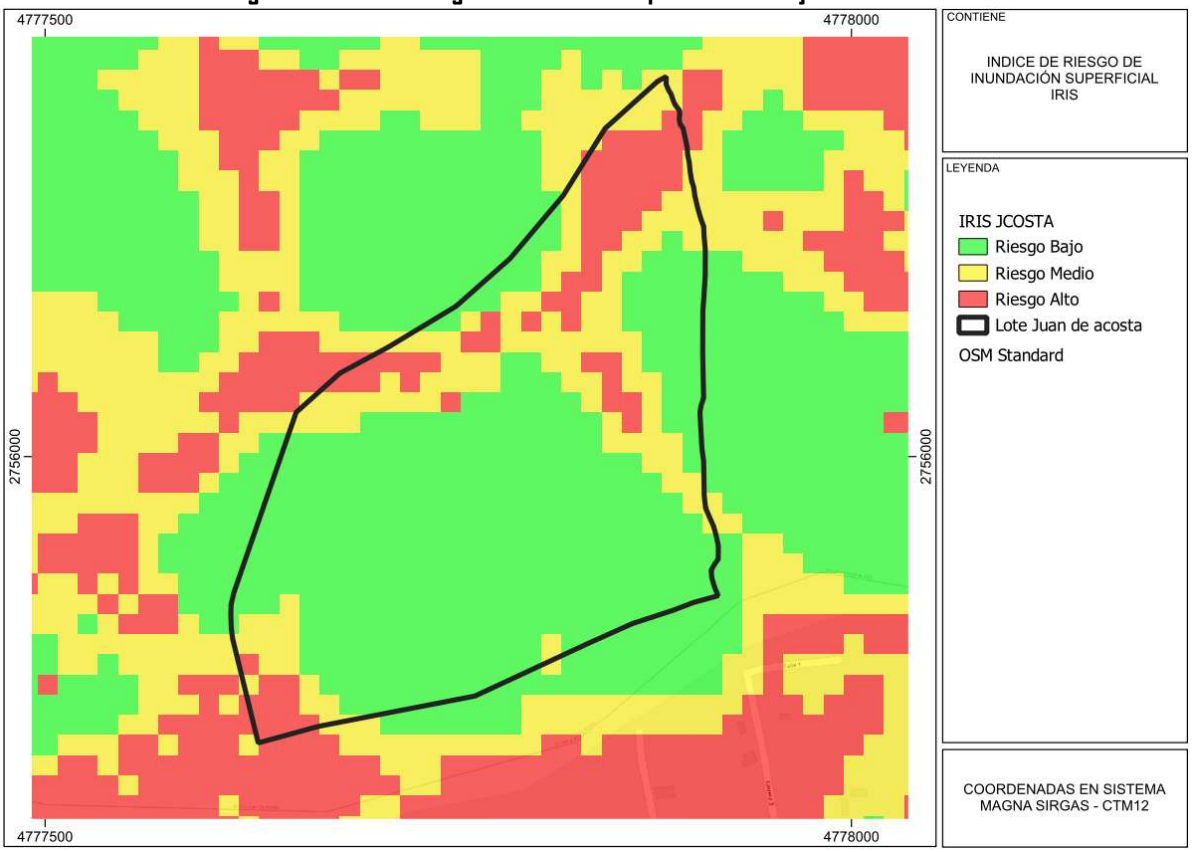
2.2 DETERMINACIÓN DEL RIESGO A LA INUNDACIÓN

Se realiza el cálculo del Indice de Riesgo de Inundación Superficial (IRIS), considerando un 50% de factor para cada variable: TWI normalizado y Pmax 24h T25 normalizado y se realiza la categorización según los percentiles P25 y P75 acorde con la siguiente tabla:

Tabla 4. Categorización de IRIS, nivel de riesgo.

NIVEL	IRIS	Acción recomendada
Bajo	< P25	Aprobar para granja solar (solo drenaje superficial básico).
Medio	P25 – P75	Condicionar: exigir estudio de suelos + diseño de micro drenaje (zanjas, pendiente >0.5 %).
Alto	> P75	Descartar o exigir estudio hidráulico detallado (HEC-RAS 1D/2D).

Figura 9. Nivel de Riesgo de inundación superficial - Lote juan de Acosta

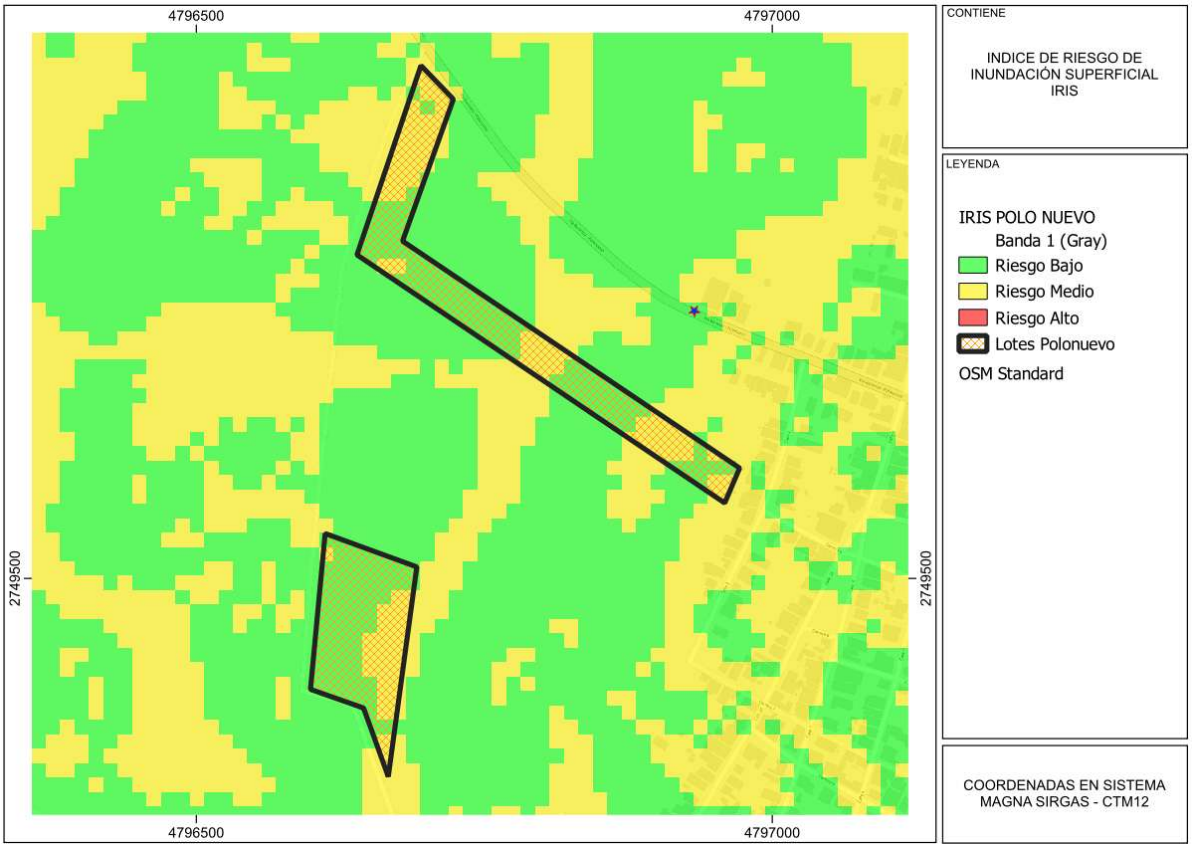


Para el caso del lote en Juan de Acosta: este lote tiene una topografía con altas pendientes por lo que se le ha dado un peso menor (0.2) a la precipitación debido a su relación con el mayor escurrimiento superficial y un peso mayor (0.8) al TWI.

Se ha obtenido, de esta manera, que las zonas con altas pendientes poseen, evidentemente, un menor riesgo a la inundación.

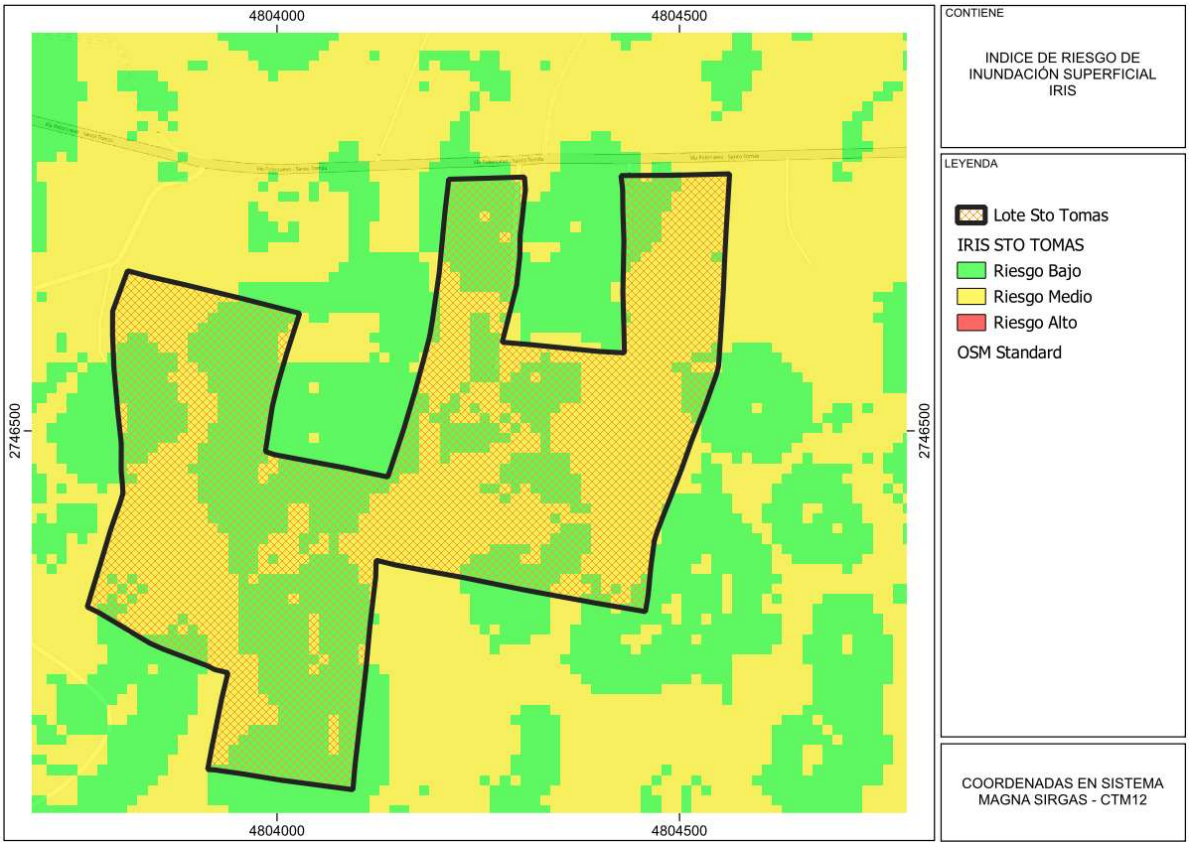
Como recomendación se deberá realizar la implantación de las estructuras de la granja en la zona de IRIS bajo. No obstante, debido al encontrarse en pendientes altas en una zona de alta precipitación, se deberán adelantar estudio de suelos que determinen medidas de protección frente a la erosión y el diseño de un buen sistema de drenaje.

Figura 10. Nivel de Riesgo de inundación superficial – Lotes en Polonuevo



Para el caso de los lotes de Polonuevo, las obras a realizar deberán circunscribirse a las zonas de riesgo bajo, ya que para su caso en particular las zonas de riesgo medio están en zonas bajas que coinciden con el paso de un arroyo.

Figura 11. Nivel de Riesgo de inundación superficial – Lote Santo Tomás



Al analizar la figura anterior se deduce que la mayor parte del lote se encuentra en zona de riesgo medio, no presentándose el riesgo alto, con lo cual se deberán adelantar estudios de suelos y el diseño de obras de drenaje que mitiguen el riesgo.

3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general los lotes poseen una buena posibilidad de uso para implantación de granjas solares, se deberán seguir, sin embargo, un conjunto de recomendaciones principales detalladas en la tabla siguiente:

LOTE	RIESGO PRINCIPAL	OBSERVACIÓN	RECOMENDACIONES PRINCIPALES
JUAN DE ACOSTA	BAJO Y MEDIO	Zona de Riesgo bajo con altas pendientes	• Estudio de suelos • Estudio de erosión • Diseño de sistema de drenaje
POLONUEVO	BAJO	Zona de Riesgo medio en arroyo existente	• Circunscribir el proyecto a las zonas de riesgo bajo
SANTO TOMAS	MEDIO	Zona muy plana	• Estudio de suelos • Diseño de sistema de drenaje

OBLIGACIÓN 2 Apoyar en la supervisión contractual de las diferentes etapas de los proyectos hidrológicos, hidráulicos y de obras civiles

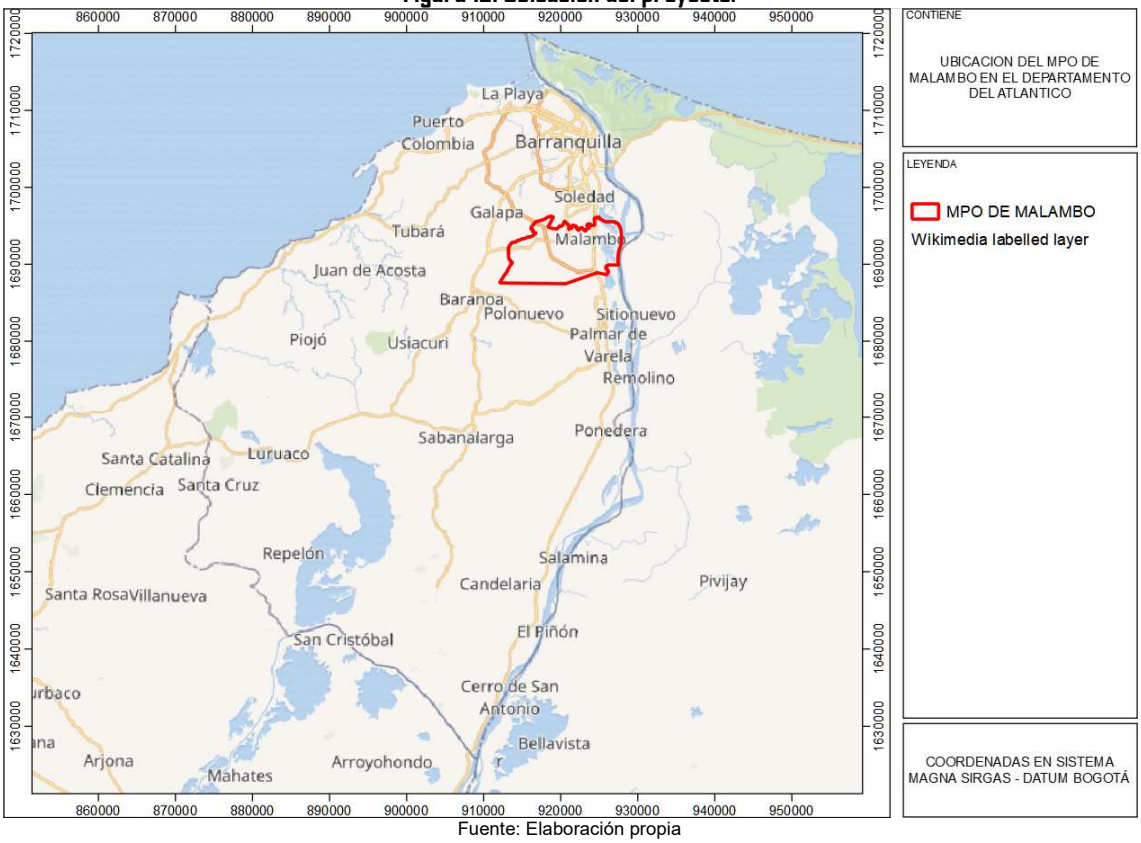
Apoyo en la revisión de las condiciones de drenaje pluvial en el proyecto de ampliación de la segunda calzada de la sexta entrada (Caracolí)

El municipio de Malambo el municipio se encuentra conformado por la cabecera municipal, dos corregimientos (Caracolí y La Aguada), siete veredas (Bonga, Tamarindo, Caimital, Espinal, el Carmen, Cascarón y Malambito) y un caserío (Loma Grande).

Su cabecera municipal tiene una altura media sobre el nivel del mar del orden de 10m y se localiza en las coordenadas 10° 52' de latitud Norte y 74° 47' de longitud Oeste.

El municipio limita al Norte con el municipio de Soledad, por el Sur con los municipios de Sabanagrande y Polonuevo, por el Occidente con los municipios de Galapa y Baranoa y por el Oriente con el río Magdalena.

Figura 12. Ubicación del proyecto.



Fuente: Elaboración propia

1.2 DISPONIBILIDAD DEL AGUA

El servicio de acueducto es prestado a través de la empresa Junta Administradora Del Acueducto Comunitario De Caracolí y la Junta Administradora Del Acueducto Comunitario De Aguada De Caracolí.

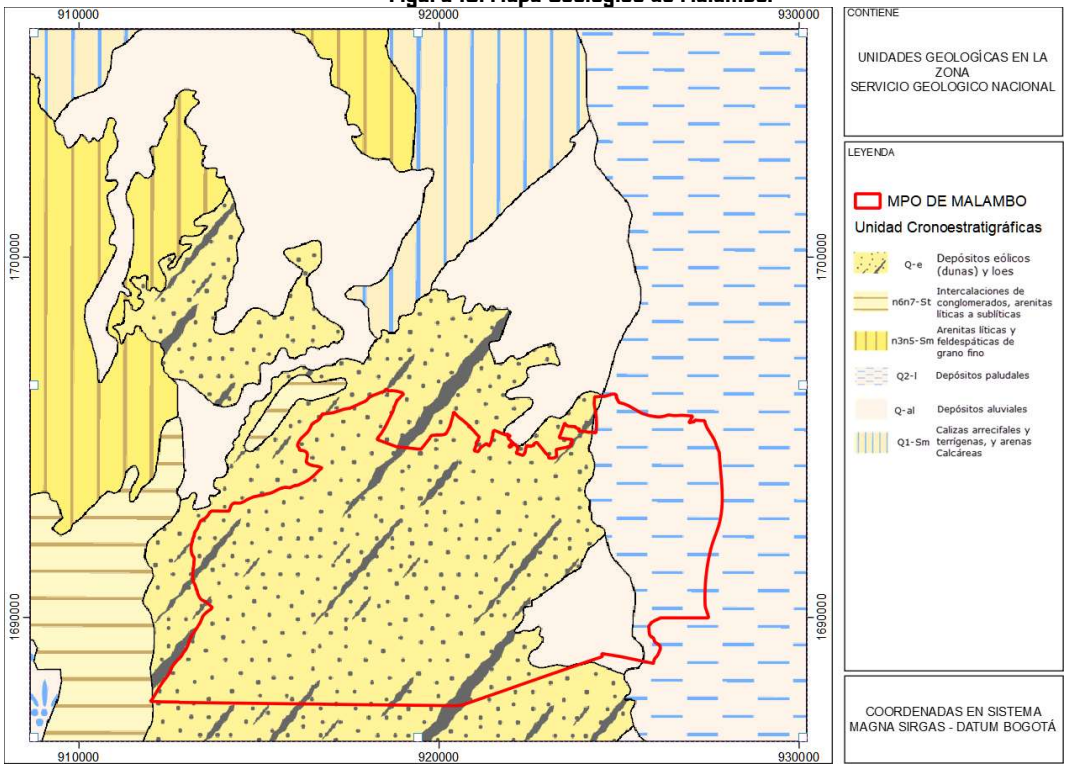
1.3 HIDROGRAFÍA

La red hidrográfica está comprendida por la cuenca del río Magdalena, las subcuencas de las ciénagas de Mesolandia y de Malambo o Grande. El territorio es drenado por las microcuencas de los arroyos Caracolí, San Blas, Madama y Sapo.

1.4 GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGIA Y SUELOS

El municipio de Malambo se encuentra en el sistema geomorfológico del paisaje plano. Se identifican tres tipos morfológicos: morfología de depósitos eólicos presentes en la margen noroccidental del río Magdalena, morfología de llanuras aluviales y ciénagas localizadas en las regiones aledañas a las ciénagas del río Magdalena y el tipo de morfología de terrazas aluviales depositadas en su mayor parte por el río.

Figura 13. Mapa Geológico de Malambo.



El marco geológico regional indica que los terrenos planos del municipio de Malambo se modelaron hace entre dos y tres millones de años en el cuaternario. La cartografía de las unidades geológicas superficiales indica depósitos eólicos del cuaternario reciente. En la plancha del mapa geológico del departamento del Atlántico del Ingeominas-1999 en la zona del proyecto no se observan estructuras geológicas. Las fallas y pliegues cercanos se localizan al occidente del municipio y

presentan direcciones con rumbo NE, en donde se identifica la falla de Usiacurí y el sinclinal de Sabanalarga

1.5 TOPOGRAFÍA

Para el presente proyecto se han realizado los estudios topográficos de altimetría y planimetría de la zona, con el nivel de detalle y precisión de acuerdo con la obra a realizar.

1.6 CLIMA Y METEOROLOGÍA

El clima del municipio es cálido (Tropical Seco Aw), con una temperatura media anual de 28°C. La precipitación media anual es del orden de 759mm. El período de lluvias comprende los meses de mayo a noviembre, con una disminución de la intensidad entre los meses de julio a agosto. El período seco corresponde a los meses de diciembre a abril.

1.7 DESARROLLO SOCIOECONÓMICO

- Servicios Públicos

La estructura urbana del municipio de Malambo cuenta con un sistema de suministro de agua, electricidad, teléfono y gas proporcionado por las entidades autorizadas.

Los servicios públicos domiciliarios tienen una cobertura de acueducto en la cabecera municipal 100% y en la zona rural 15.9%. En cuanto al alcantarillado, la cabecera municipal tiene una cobertura de 86% y la zona rural de 13.9%. Los residuos sólidos se recolectan a nivel de la cabecera municipal, y el área rural solo está cubierta un 68% del total de las viviendas. El cubrimiento de red telefónica es 30.9%, el servicio de energía eléctrica es de 96.2% y de gas es de 69.2%.

- Salud

El municipio cuenta con un hospital local de primer nivel, y cuenta, además, con cuatro centros de salud ubicados en los barrios Mesolandia, Bellavista, Caracolí, La Bonga. También cuenta con 4 IPS privadas y 1 ESE pública.

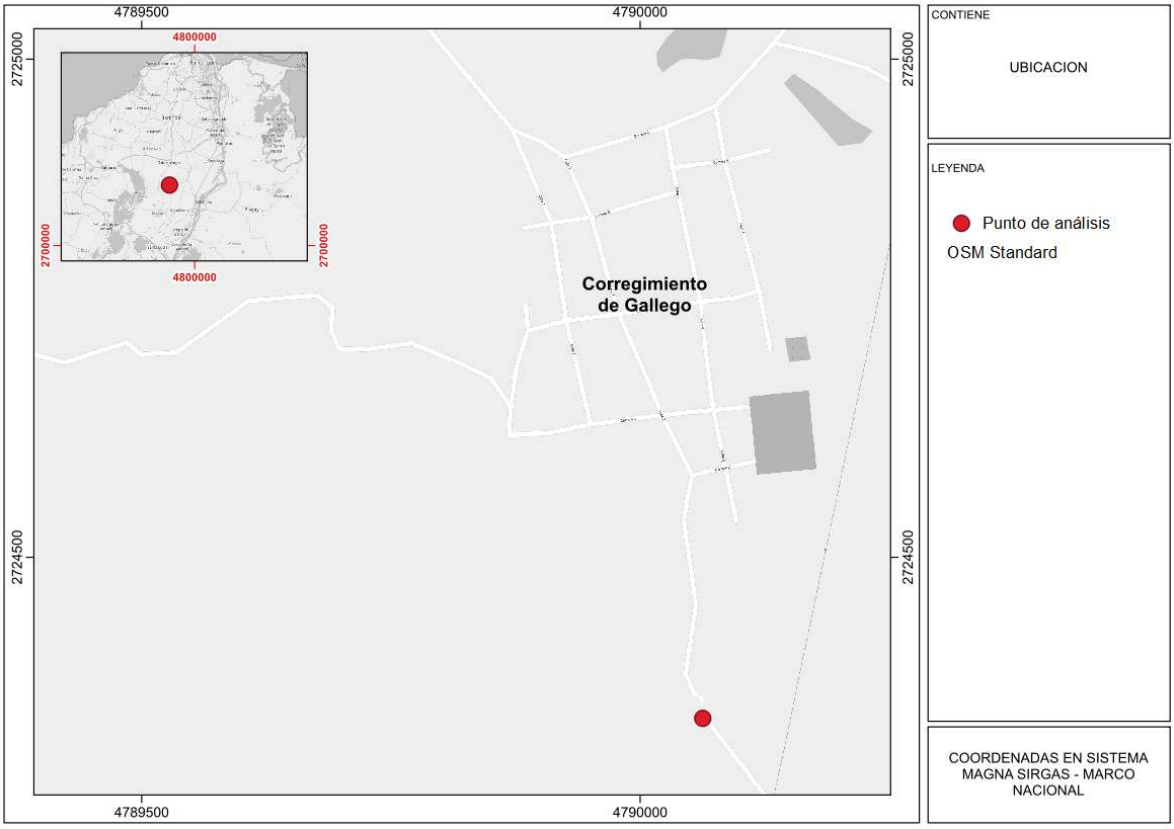
- Educación

Existen doce instituciones educativas y tres centros oficiales del municipio.

OBLIGACIÓN 6 Las demás funciones asignadas por el jefe inmediato y las que sean necesarias para dar cumplimiento a la solicitud recibida

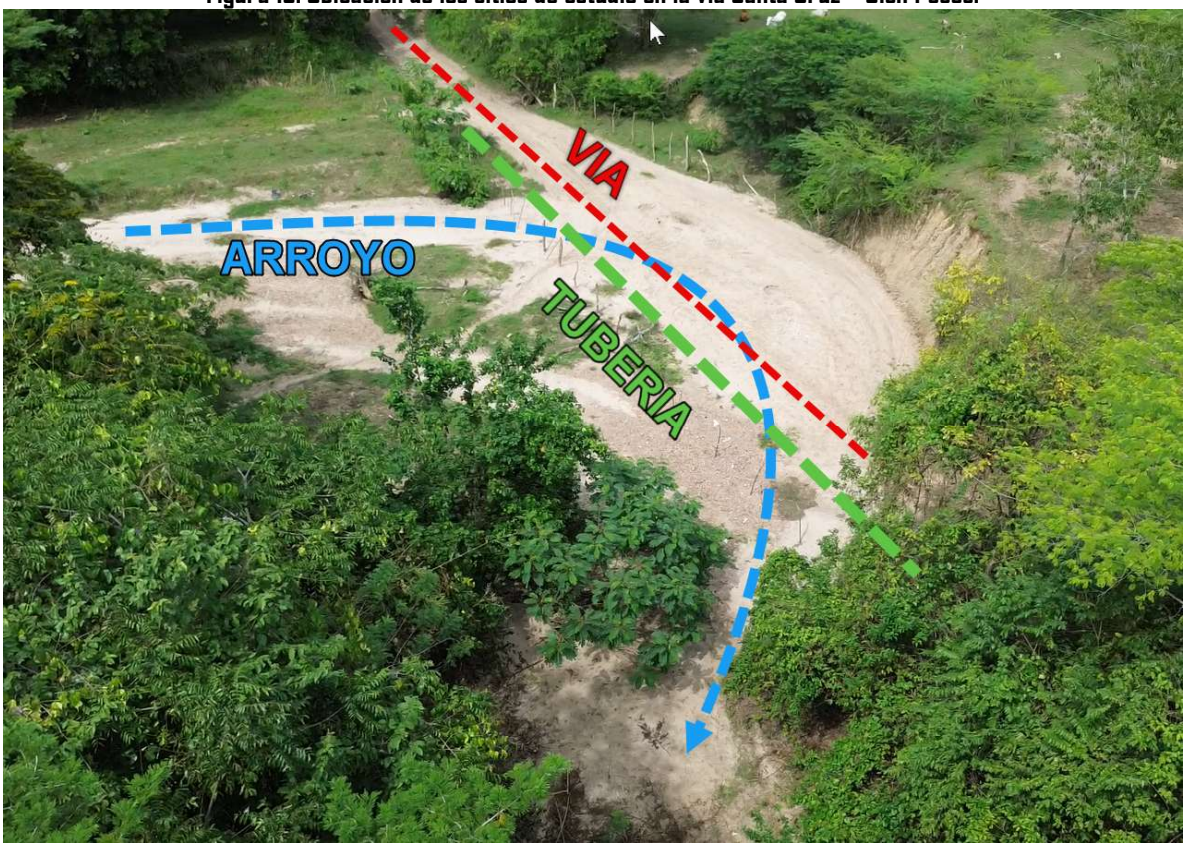
El presente informe resume los estudios de drenaje de aguas lluvias en la intersección entre la vía que conduce al centro poblado de Gallego, Municipio de Sabanalarga, con el arroyo Gallego, en sitio donde se ha erosionado la vía, poniendo al descubierto la tubería de conducción de agua potable que suministra a la población.

Figura 14. Ubicación de los sitios de estudio



En general, se presenta específicamente la necesidad de identificar el caudal máximo del punto de análisis y definir las condiciones para el predimensionamiento de las posibles soluciones a las condiciones actuales de desbordamiento y de erosión

Figura 15. Ubicación de los sitios de estudio en la vía Santa Cruz – Cien Pesos.



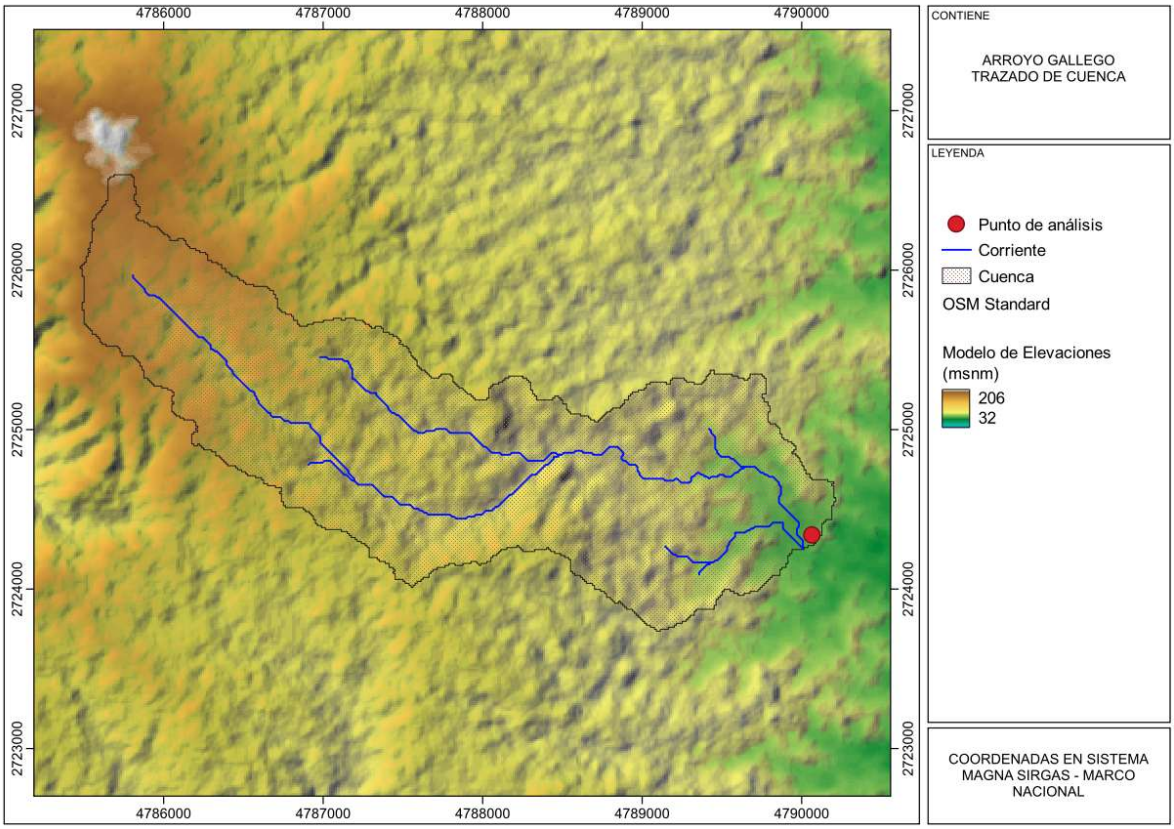


1 MODELACIÓN HIDROLÓGICA

Para el desarrollo del modelo de Lluvia Escorrentía se parte del procesamiento inicial de los datos topográficos del modelo ASTER GDEM desarrollado por la NASA (USA) y METI (Japón). Este modelo deberá llevarse al nivel de referencia utilizado en un estudio topográfico donde se realice el levantamiento de las obras de arte presentes en la zona.

En general, con el modelo de elevaciones se caracterizará la cuenca de estudio para poder determinar sus parámetros morfométricos. Los resultados aquí desarrollados incluyen el estudio de los usos del suelo y los caudales punta de avenida.

Ubicación en el modelo de elevaciones ASTER GDEM.



Luego de realizado el modelo de lluvia escorrentía y determinados los hidrogramas de creciente para los periodos de retorno contemplados, se deberá utiliza un modelo hidráulico para simular la creciente y determinar las capacidades hidráulicas de la infraestructura existente

1.1 DELIMITACIÓN DE CUENCA HIDROLÓGICA

Existen muchas alternativas diferentes para la delimitación, cada una de ellas con sus pros y sus contras. Básicamente, los métodos se pueden dividir en dos grupos: Los que consideran el flujo se mueva entre centros de las celdas y aquellos en los que el flujo se mueve "libremente" alrededor del DEM (conocidos como algoritmos de rastreo de Flujo). Los del primer grupo están relacionados con el método D8 (la más antigua y la única que se encuentra en otros SIG), mientras que las de este último son bastante más complejos y su uso es más bien limitado.
Otra división puede hacerse separando aquellos que consideran un flujo unidimensional (comúnmente conocidos como algoritmos de dirección de flujo único) y los que consideran un flujo bidimensional (Algoritmos de Múltiples Direcciones del flujo).

Podemos describir los módulos implementados:

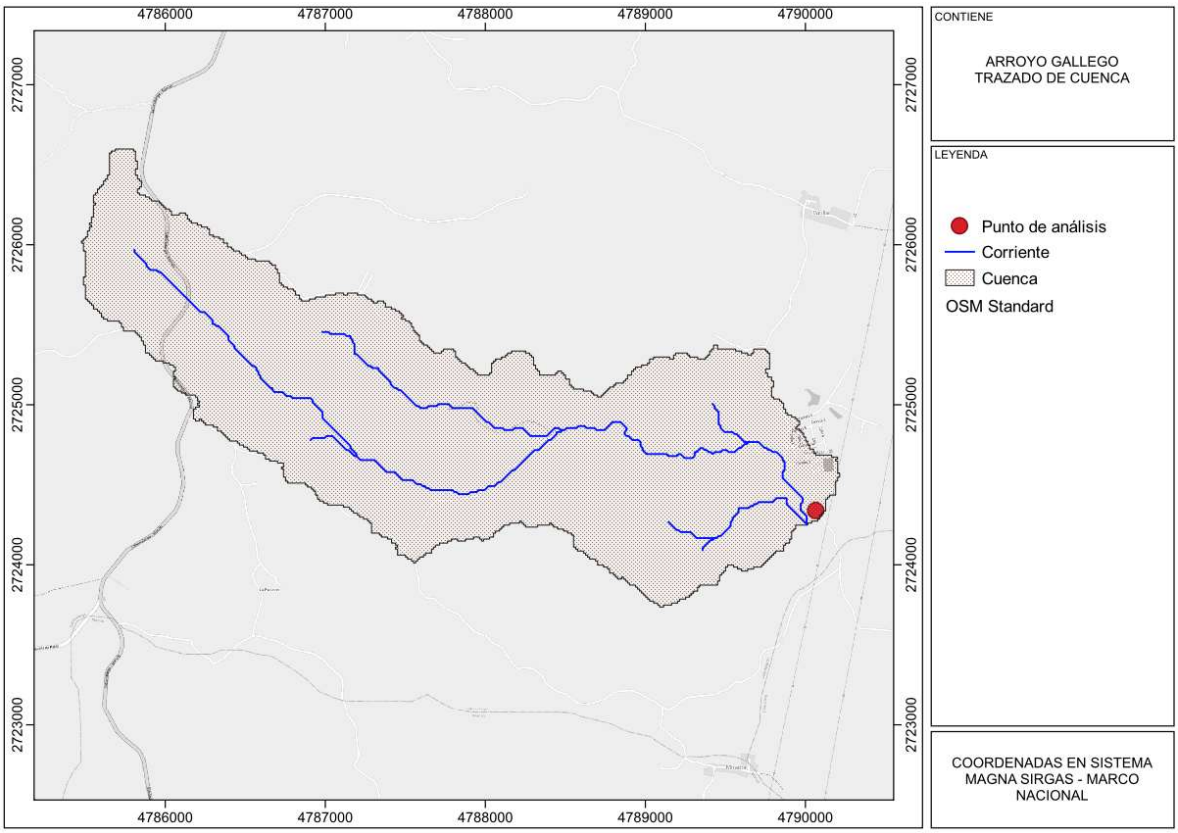
- Determinista 8 (D8): El clásico. Flujo va desde el centro de una celda al centro de una (y sólo una) de las celdas circundantes. Las direcciones de flujo son, por lo tanto, restringidas a múltiplos de 45°, lo que constituye la razón principal para la mayoría de los inconvenientes del método. (O'Callaghan & Mark 1984).
- Rho8: Igual que el anterior pero con un componente estocástico que deberá mejorarlo. La dirección de flujo se determina por un argumento aleatorio que depende de la diferencia entre el aspecto y la dirección de las dos células vecinas adyacentes. No muy útil... (Fairfield y Leymarie 1991)
- Determinístico infinito (D∞): El flujo pasa de una celda a dos contiguas de las celdas alrededor, teniendo en cuenta de este modo un flujo bidimensional y la superación de los inconvenientes del método D8. (Tarboton 1998).
- Modelo de Relieve digital Braunschweiger: Otro algoritmo de dirección de flujo múltiple. El flujo es dividido entre la celda que rodea, cuya orientación es más cercana para el aspecto de la celda central, y sus dos celdas adyacentes. (Bauer, Bork y Rohdenburg 1985).
- FD8 (encontrado en SAGA, Dirección de flujo simple como múltiple): Un algoritmo de enrutamiento de flujo bidimensional derivado-D8. (Quinn et al 1991).
- Algoritmo de Enrutamiento cinemático (KRA por sus siglas en inglés). Un algoritmo de trazado de flujo unidimensional. El flujo se comporta como una bola que rueda por el DEM, sin restringir la posición del centro de las celdas. (Lea 1992).
- Red Digital de Modelo de Elevación (DEMON por siglas en inglés): La más compleja. Un algoritmo de trazado de flujo bidimensional. Consume bastante tiempo. (Costa-Cabral y Burgess 1994).

Las direcciones de flujo para cada celda no son muy útiles en sí (también, algunos métodos no utilizan una dirección de flujo en un sentido estricto), pero puede ser utilizado como base para un resultado más interesante.

El más importante parámetro que se puede derivar es la zona de captación, también conocida como acumulación de flujo. El área de influencia de una celda indica el área de pendiente ascendente desde esa celda a la que el flujo eventualmente llegará. Se generará entonces un GRID de área de captación como entrada para generar un GRID de área de influencia mediante el uso algoritmo de enrutamiento D8.

El Modelo de Elevaciones es trabajado entonces mediante el software GIS para obtener 8 conjuntos de datos que permiten la caracterización de la cuenca. Los primeros 5 se generan en formato Raster y los 2 finales en formato Vectorial (.Shp): Flow direction, Flow Accumulation, Stream Definition, Stream Segmentation, Watershed delineation, Watershed polygons, Stream segments.

Identificación de Cuencas y Corrientes.



Flow direction. En este paso se define la dirección de la mayor pendiente, evaluando en cada celda las cotas de las celdas circundantes.

Flow accumulation. Aquí se determina el número de celdas que drenan a cada celda. El área de drenaje de una celda dada se calcula multiplicando el número de celdas por el área de la celda.

Stream definition. Este paso clasifica todas las celdas con flujo procedente de un número de celdas mayor a un umbral definido como pertenecientes a la red de drenaje. El valor por defecto es del 1% de la mayor área de drenaje de toda la cuenca. Cuanto menor sea éste umbral, mayor será el número de subcuencas que se definirán. Se toma el valor por defecto.

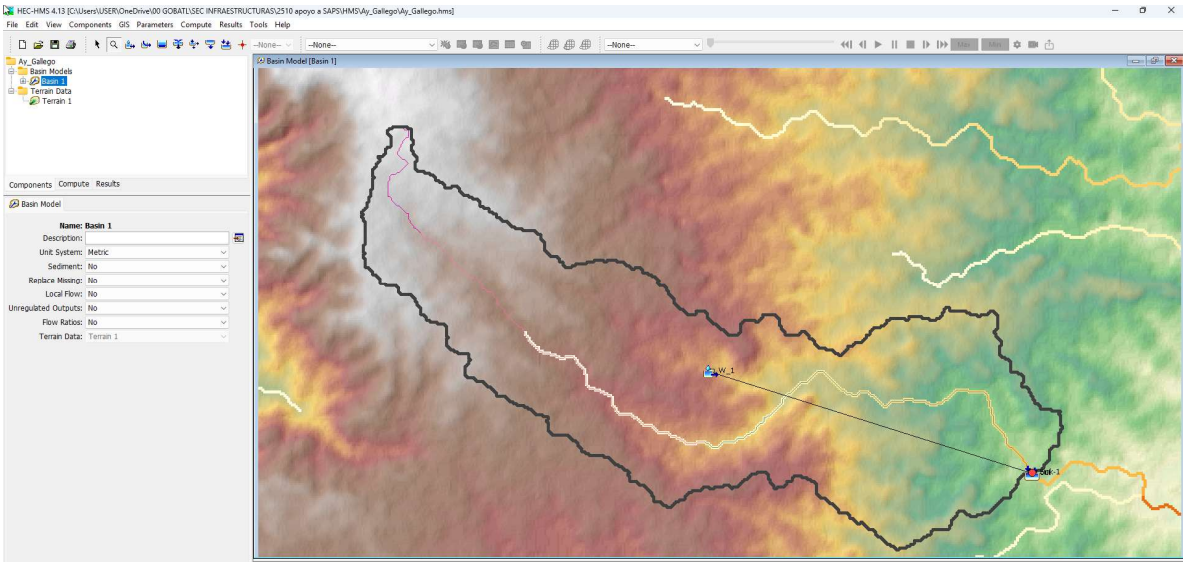
Stream segmentation. Seguidamente se dividen los cauces en segmentos. Los segmentos son tramos de cauces situados entre 2 uniones de cauces sucesivas, una unión y la salida o una unión y el límite de la cuenca.

Watershed delineation. Se define una cuenca por cada segmento de cauce.

Watershed Polygon processing. Se convierten las subcuencas de formato grid (DEM raster) a formato shp (Vectorial).

Stream segment processing. En este paso se convierten los cauces de formato grid a formato vectorial.

MODELO LLEVADO A HEC - HMS.



Show Elements: All Elements

Subbasin	Area (KM2)
W_1	5,4069

Subbasin Characteristics [Basin 1]

Filter: --None-- Sorting: Watershed Explorer

Subbasin	Longest Flowpath Length (KM)	Longest Flowpath Slope (M/M)	Centroidal Flowpath Length (KM)	Centroidal Flowpath Slope (M/M)	10-85 Flowpath Length (KM)	10-85 Flowpath Slope (M/M)	Basin Slope (M/M)	Basin Relief (M)	Relief Ratio	Elongation Ratio	Drainage Density (KM/KM²)
W_1	6,78964	0,01753	3,05477	0,01277	5,09223	0,01705	0,07894	119,00000	0,01753	0,38644	0,87124