

## CONTROL DE INUNDACIÓN DEL KILÓMETRO 4.5 VÍA BOGOTÁ CALERA

CARLOS MAURICIO MEDINA ESTUPIÑÁN, JOHAN ALEXANDER GOMEZ  
PÚLIDO, JAVIER LEONARDO FUENTES MEJÍA, JONNATHAN MARÍN,  
JONATHAN DAVID COBOS PRIETO, LESLY MARIANA PARRA MONCADA,  
JULIANA ALARCÓN RODRIGUEZ.

DOCENTE: ING JIMENA DEL PILAR ESPELETA DIAZ

### FORMULACIÓN DE PROYECTOS

UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

BOGOTÁ D.C

2025

## 1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:

El 12 de noviembre del 2022, en el barrio San Luis Altos del Cabo ocurrió un evento de lluvia, varias quebradas fueron saturadas, y el agua saturada arrastró material y vegetación con raíces débiles. El antecedente terminó en la afectación a varios predios, a la vía Bogotá - Calera, y con la pérdida de vidas.

## 2 INVESTIGACIÓN DE ANTECEDENTES:

El proyecto fue planteado mediante distintos medios, como lo son: la realización de salidas de campo, y consultas a distintas entidades, como lo fueron el IDIGER, el POMCA, La Alcaldía de Bogotá, para tener a disposición la planimetría e información necesaria para poder diseñar una solución que afecte directamente al problema de manera efectiva. De esta forma, se concluyó que un buen punto a trabajar sería la quebrada Morací, puesto que el IDIGER la nombró como una de las quebradas saturadas el día del 12 de noviembre del 2022. De esa investigación se reportan los siguientes antecedentes:

**2.1 Avenidas torrenciales e inundaciones:** Históricamente, la unión de lluvias fuertes, pendientes marcadas y cauces naturales bloqueados o insuficientes ha provocado inundaciones abruptas y violentas en las áreas bajas del municipio y, después, en el norte de Bogotá.

**2.2 Impacto en Bogotá:** El agua que no se maneja adecuadamente en La Calera desciende cuenca abajo, lo que sobrecarga los sistemas de drenaje de Bogotá y provoca inundaciones en zonas como Santa Fe, Usaquén y Chapinero. Esto hizo que el drenaje de La Calera se convirtiera en un problema metropolitano.

- 2.3 Emergencias recurrentes:** Con el paso del tiempo, se han documentado muchos casos de emergencias debido a desbordamientos de quebradas, los cuales han ocasionado perjuicios materiales, interrupciones en las vías y, en situaciones tristes, la muerte de seres humanos.
- 2.4 Plan de Ordenamiento Territorial (POT):** La Calera y Bogotá han tenido que afrontar y reconocer este problema en conjunto, fijando reglas para la construcción de infraestructura y la gestión del riesgo.
- 2.5 Plan de manejo y ordenación de una cuenca (POMCA):** La cuenca del río Tunjuelo, que incluye numerosas quebradas de La Calera, cuenta con su propio POMCA. Este plan tiene lineamientos para la gestión del agua y el control de inundaciones.
- 2.6 Encauzamientos y canalizaciones:** Se han edificado canales de concreto (por ejemplo, en la Quebrada La Vieja) con el fin de encauzar el agua de forma controlada y prevenir que se desborde sin control. Aunque, en salidas de campo, se observó que la quebrada a trabajar, no tiene equipos adecuados.
- 2.7 Obras para disipar energía:** Se edificaron estructuras como rampas y elementos de disipación de energía en la base de las montañas con el propósito de disminuir la velocidad del agua al descender por las pendientes, antes de que entre a los canales o a la llanura.
- 2.8 Obras de protección:** Edificación de gaviones y muros de contención en las orillas de los arroyos para prevenir el derrumbe y la erosión de los taludes. Proyectos metropolitanos: La Alcaldía de La Calera y la Empresa de Acueducto de Bogotá han colaborado en proyectos concretos para gestionar las aguas pluviales, entendiendo que es un asunto que supera los límites locales.
- 2.9 Diseño de una red de sensores inalámbricos para la monitorización de inundaciones repentinas de la ciudad de Barranquilla:** Este estudio se

hizo en Barranquilla con el fin de prevenir inundaciones que fueron constantes durante un periodo de tiempo prolongado, lo hicieron implantando tecnología de redes de sensores inalámbricos (WSN) y sistemas de alertas tempranas (SAT), buscan implementar estas tecnología pero con el plus de que en caso de desconexión por eventualidad la información se aloje y no se pierda que es un escenario que no se llegó a contemplar en el proyecto de prevención en barranquilla.

**2.10 Sensor de nivel de agua en canales A01:** Este estudio hecho por la universidad de argentina tenía varias tecnologías actuales que destacar, de las cuales implementaremos su fuente de alimentación por medio de baterías de litio recargables por paneles solares, cabe destacar que no usaremos baterías de litio sino fuentes de almacenamiento más potentes y con un mejor almacenamiento además vamos a almacenar información de manera más precisa por eso adicionaremos el uso de la tecnologías WSN que recopila datos más precisos que los usados por esta universidad

Teniendo toda la información correspondiente se diseñó el canal con simulación en civil 3D y con la topografía determinada de Google Earth. A parte, se diseña un sistema de drenaje y disipación de energía, como lo es el box culvert, para entregar las aguas del canal a secciones futuras de la quebrada, además se hizo un estudio en proyección de un escenario favorable para la implementación de una red local para una base de datos que cumpla con las medidas de seguridad y red pertinentes

### **3      CONTEXTO DEL PROBLEMA:**

Muchas zonas de San Luis son consideradas asentamientos ilegales y parte de su desarrollo no siguió las pautas adecuadas de planeación urbana por lo que se colocaron predios en zonas inadecuadas e incluso, muchas de las quebradas, no están estudiadas, ni manejadas adecuadamente. Además, no cuentan con elementos de drenaje adecuados o en muchos casos está la ausencia de estos.

- 3.1 El IDIGER advirtió, acerca de la presencia de vegetación con raíces débiles, estas fueron arrastradas junto con el material y agua.
- 3.2 Ausencia de equipos especializados en la prevención de desastres. Distintas salidas de campo y exploración con Google Earth determinaron excavaciones en quebradas mal ejecutadas y con calidad cuestionable, como se puede ver en la siguiente imagen 1. Se pudo evidenciar que estas medidas no eran suficientes y no concordaban con los análisis hidrológicos e hidráulicos para el proyecto.



(Imagen 1, excavación de la quebrada Morací)

Con el fin de recopilación de información sobre el estado del agua, temperatura, velocidad, altura y demás datos de estados, se implementan sensores con tecnologías WSN que enviarán los parámetros y índices recolectados a una base de datos local, se contempló mandar la información de forma directa pero por la zona optamos de forma local y después directa por medio de una API para asegurarnos que los protocolos de seguridad (SSL) se cumplan, luego se enviara a de forma remota a un alojamiento en la nube, la cual proyecta los datos en una web propia del proyecto donde los usuario podrán ver las fluctuaciones y variaciones que se presentan, esto con el fin de recopilar distinta información para proyectar posibles escenarios a

futuro con distintas eventualidades y así generar planes de prevención más efectivos al público.

Estos sensores se mantendrán activos gracias a que se implementara fuentes de poder alimentadas por energía solar y adicionalmente una fuente de energía provisional que se usa en caso de emergencia. Se implementa una red local debido a la baja conectividad que hay en la zona y que las redes que se han implementado por empresas de uso público son bastante inseguras y muy propensas a taques, además que las privadas sufren de baja conectividad no superando el 3G, con el fin de evitar algún percance o interrupción en la transmisión de datos se opta por el uso de un protocolo de emisión en dos pasos. Así aseguramos los datos y proporcionamos una mayor seguridad al cliente frente al recibir la información y la calidad de la misma para las futuras simulaciones de prevención de riesgos

#### **4 USUARIOS O BENEFICIARIOS:**

- 4.1 Comunidad de San Luis
- 4.2 Alcaldía de San Luis
- 4.3 Bomberos y defensa civil
- 4.4 Gobernación departamental
- 4.5 Unidad Nacional de Gestión de riesgos
- 4.6 Empresa de servicio público
- 4.7 Iccu
- 4.8 Idaco

#### **5 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:**

¿Cómo generar una estructura de drenaje para la comunidad involucrando varias disciplinas? Como lo son: Ingeniería de sistemas mecatrónica e ingeniería civil.

#### **6 IDEA DE SOLUCIÓN:**

- 6.1 **Ingeniería civil:** Implementación de un canal de drenaje y de un descole, en modalidad de Box culvert, que no solo drene el agua de la quebrada

Morací, sino que proteja la vía Bogotá-Calera, y disminuya la velocidad y disminuya la potencia del agua, drenándola a siguientes secciones de esta.

- 6.2 Ingeniería de sistemas:** Implementación de un sistema de gestión de información, basado en una base de datos que almacene parámetros, mediante sensores. Lo anterior mencionado, con el propósito de proyectarla posteriormente en una plataforma web orientada al usuario final. Este sistema permitirá la visualización en tiempo real de los datos recolectados, la generación y gestión de alertas mediante procesos de simulación, así como el mantenimiento integral de la página web tanto en su capa de frontend (interfaz gráfica y experiencia de usuario) como en su capa de backend (lógica de programación, procesamiento de datos y servicios).

Adicionalmente, se efectúa la instalación y configuración de redes para la implementación de programas de monitoreo, garantizando así la eficiencia, disponibilidad y escalabilidad del sistema

- 6.3 Ingeniería mecatrónica:** Se implementara con soporte y en colaboración del área de ingeniería de sistemas, sensores en la zona y en el sitio al cual se efectuará el desarrollo y la investigación del mismo, para lograr una prevención oportuna y eficaz a través de sensores de temperatura, nivel, movimiento e infrarrojos, logrando de esta forma detectar cualquier mínimo cambio o alteración en el terreno por medio de la recolección de datos se informara a la comunidad y a los entes encargados para dar con soluciones a corto y mediano plazo, sin embargo, si se llega a presentar inconvenientes que den correspondan con una solución a largo plazo por fenómenos naturales o que ocasionen la intervención del sitio, se desarrollará un mecanismo y planes que permitan el uso de la menor cantidad de tiempo posible y que no sea prolongado para la alteración de la comunidad

Además, se implementará un sistema y base de monitoreo que propicie los resultados de los sensores, incluidos con el monitoreo constante de la estructura a instalar en el sitio, a través de mecanismos electrónicos



## 7 CANVAS: Está disponible en el archivo adjunto “CANVA PROYECTO” 8 BIBLIOGRAFÍA:

Claro Colombia. (s.f.). *Cobertura móvil 5G*. Recuperado el 8 de septiembre de 2025, de <https://www.claro.com.co/personas/servicios/servicios-moviles/cobertura>

Enel Colombia. (s.f.). *Enel Distribución: Hogares y Empresas*. Recuperado el 8 de septiembre de 2025, de [https://www.enel.com.co/es.html?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.enel.com.co/es.html?utm_source=chatgpt.com) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (s.f.). *Sensor de nivel de agua en canales A01*. Recuperado el 8 de septiembre de 2025, de <https://www.argentina.gob.ar/inta/tecnologias/sensor-de-nivel-de-agua-en-canales-a01>

Cama-Pinto, A., Acosta-Coll, M., Piñeres-Espitia, G., Caicedo-Ortiz, J., Zamora-Musa, R., & Sepúlveda-Ojeda, J. (2016). *Diseño de una red de sensores inalámbricos para la monitorización de inundaciones repentinas en la ciudad de Barranquilla, Colombia*. *Ingeniare. Revista chilena de Ingeniería*, 24(4). <https://doi.org/10.4067/S071833052016000400005>