

## **Anexos**

Anexos	131
Capítulo I: Antecedentes y contexto de la Investigación	135
Investigaciones previas en el área de estudio	135
Investigaciones sobre la geología y geomorfología de la zona	135
Investigaciones sobre el clima y la precipitación	135
Investigaciones sobre la vulnerabilidad de la población	136
Consideraciones éticas	137
Plan de ordenamiento territorial	137
Principio de planeación	138
Capítulo II: Generalidades de la zona de estudio	140
Conceptos generales de inundación	140
Capítulo III: Metodología de investigación	142
Procedimientos de recopilación de datos	142
Capítulo IV: Análisis Hidrológico y Geotécnico	144
Análisis Hidrológico:	144
Información de las estaciones hidrometeorológicas	144
Cálculo de Precipitaciones	147
Análisis de las Precipitaciones Anuales en el Sector de San Luis Altos del Cabo	153
Análisis Geotécnico:	155
1. Formación de las rocas:	155
2. Eventos geológicos importantes:	162
3. Recursos geológicos:	166

	132
4. Tectónica de Placa.	168
5. Geología Regional y Local:	169
6. Estudios de Suelos:	170
Software de modelación Hidraulica	176
Software IBER	177
Modelo Iber	178
Registro fotográfico:	183
Encuestas de Caracterización General BARRIO SAN LUIS	188

## Listado de imágenes

Ilustración 0-1 [Mapa Estaciones IDEAM]. Tomada de [ <a href="http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/">http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/</a> ] ([En línea]).	145
Ilustración 0-2 [Ubicación Estaciones]. Tomada de [Elaboración Propia] ([Google Earth]).	147
Ilustración 0-3 [cuervos de agua upz 89 chapinero]. Tomada de [Mapas de Bogotá].	148
<i>Ilustración 0-4 Coeficientes de Escorrentía. Fuente. Chow et al (1988)</i>	151
Ilustración 0-5 [Precipitaciones durante 10 nov de 2022 en las estaciones Esc. Pedagógica y Cerro Cazadores]. Tomada de [DIAGNÓSTICO TÉCNICO – DI-18208] ([2021]). En [Línea 5 dic 2023], p. 49." 154	
Ilustración 0-6 [Formación rocas ígneas] En línea <a href="https://www.researchgate.net/figure/Figura-43-Modelo-del-origen-de-las-rocas-igneas-modificado_fig5_334084687">https://www.researchgate.net/figure/Figura-43-Modelo-del-origen-de-las-rocas-igneas-modificado_fig5_334084687</a>	157
Ilustración 0-7[FORMACIÓN MACIZO BOGOTÁ]. Tomada del [INGEOMINAS IGAC 2000]].	158
Ilustración 0-8 [EJEMPLOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS]. Tomada del Tipos de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas] En línea <a href="https://www.diferenciador.com/tipos-de-rocas/">https://www.diferenciador.com/tipos-de-rocas/</a> 24 feb 2024).	159
Ilustración 0-9 [Evolución Geológica de Colombia]. Tomada del TSOCIALES J - A] En línea <a href="https://socialesjaiensec.blogspot.com/2013/07/orografia-de-colombia.html">https://socialesjaiensec.blogspot.com/2013/07/orografia-de-colombia.html</a> 24 feb 2024).	161
Ilustración 0-10 [Evolución de la cordillera Oriental]. Formación de una cuenca tipo Graben. B: Deposición de material y subsidencia. C: Régimen compresivo y levantamiento. Fuente: IGAC, (2020) En línea <a href="https://www.researchgate.net/figure/Figura-22-Evolucion-de-la-Cordillera-Oriental-A-Formacion-de-una-cuenca-tipo-Graben_fig1_363947970">https://www.researchgate.net/figure/Figura-22-Evolucion-de-la-Cordillera-Oriental-A-Formacion-de-una-cuenca-tipo-Graben_fig1_363947970</a> .	162
Ilustración 0-11 Localización puntos evaluados en el marco de la emergencia – La Calera: SDP - UAECD (2021) En línea <a href="https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf">https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf</a> .	163
Ilustración 0-12 Condición general de las zonas en amenaza – La Calera: SDP - UAECD (2021) En línea <a href="https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf">https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf</a> .	164
Ilustración 0-13 Condición de riesgo por movimientos en masa en sectores evaluados aledaños a la Bogotá – La Calera: SDP - UAECD (2021) En línea <a href="https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf">https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf</a> .	165

Ilustración 0-14 [Mapa de cuencas hidrográficas]	En línea	
<a href="https://books.google.com.co/books?id=1rk6MwEACAAJ">https://books.google.com.co/books?id=1rk6MwEACAAJ</a> (2007).		167
Ilustración 0-15 [Cobertura potencial]	En Línea	<a href="https://books.google.com.co/books?id=1rk6MwEACAAJ">https://books.google.com.co/books?id=1rk6MwEACAAJ</a>
(2007).		168
Ilustración 0-16 [Suelos San Luis]. Tomada del [Fuente Propia] ([2024]).		171
<i>Ilustración 0-17 [Estudio 1: Transversal 15 #71-16, Barrio La Concepción]. Tomada del [código 0101210051168000] ([2024]).</i>		173
Ilustración 0-18 [Estudio 1: Transversal 15 #71-16, Barrio La Concepción]. Tomada del [código 0101210051168000] ([2024]).		174
<i>Ilustración 0-19 [Estudio 2: Estudio 2: Carrera 4 #53, Chapinero].</i>		175
<i>Ilustración 0-20 [Estudio 2: Estudio 2: Carrera 4 #53, Chapinero].</i>		176
<i>Ilustración 0-1 [Figura 32 [Ráster Zona de estudio]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).</i>		179
<i>Ilustración 0-2 Figura 33 [Modelo ASI]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).</i>		180
Ilustración 0-3 [Delimitación de las áreas de estudio]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).		181
Ilustración 0-4 [Generación de Malla triangular]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).		181
Ilustración 0-5 [Generación de Malla triangular]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).		182
<i>Ilustración 0-6 [Modelo de Superficie]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).</i>		183
<i>Ilustración 0-1 [San Luis altos del cabo Zona Norte]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).</i>		184
<i>Ilustración 0-2 [San Luis altos del cabo Zona Norte]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).</i>		184
<i>Ilustración 0-3 [San Luis altos del cabo Zona Norte]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).</i>		185
<i>Ilustración 0-4 [San Luis Altos del Cabo Zona de estudio Hidrológica, Canal de descarga quebradas]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).</i>		185
Ilustración 0-5 [Canal de descarga quebradas (perpendicular Via Bogotá-calera). Tomada [Fuente Propia] ([2024]).		186
<i>Ilustración 0-6 [Estructuras de alcantarillado existentes (Vía Bogotá-calera)]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).</i>		186
<i>Ilustración 0-7 [Estratigrafía a simple vista (vía calera-bogotá)</i>		187
<i>Ilustración 0-8 [Estratigrafía a simple vista (vía calera-bogotá)]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).</i>		187
<i>Ilustración 0-9 [Estratigrafía a simple vista (vía calera-Bogotá)]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).</i>		188



<i>Ilustración 0-10 [Zona de estudio 8 meses después del evento noviembre 2022]] Tomada [Fuente Propia] ([2024]).</i>	188
---	-----

### **Listado de Tablas**

Tabla 0-1 Precipitación mensual 2018-2021 Estación Cerro Cazadores. Elaboración propia.	147
Tabla 0-2 Precipitación mensual 2018-2021 Estación Escuela Pedagógica. Elaboración propia.	148
Tabla 0-3 Precipitación mensual 2018-2021 Estación Casita LA. Elaboración propia.	148
<i>Tabla 0-4 IDF Estación la Casita LA. Elaboración propia.</i>	151
<i>Tabla 0-5 IDF Estación Escuela Pedagógica Experimental. Elaboración propia.</i>	152
<i>Tabla 0-6 Promedios anuales de precipitaciones Estación Cero Cazadores. Elaboración propia.</i>	153
<i>Tabla 0-7 Promedios anuales de precipitaciones Estación Escuela Pedagógica. Elaboración propia.</i>	154
<i>Tabla 0-8 Promedios anuales de precipitaciones Estación la Casita LA. Elaboración propia.</i>	154

### **Listado de Gráficos**

Grafica 1 [IDF Estación CASITA LA]. Tomada de [Elaboración propia] ([2023]).	152
Grafica 2 [IDF Estación ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL]. Tomada de [Elaboración propia]	153
Grafica 3 [IDF Levantadas por el acueducto de bogotá 2019]. Tomada de [Estudios EAAB 2019]	
Grafica 4 [IDF Levantadas por el acueducto de bogotá 2019]. Tomada de [Estudios EAAB 2019]	

## **Capítulo I: Antecedentes y contexto de la Investigación**

### **Investigaciones previas en el área de estudio**

El sector de San Luis Altos del Cabo km 5 vía a La Calera, Bogotá-Colombia, es una zona que se ha caracterizado por su vulnerabilidad ante los fenómenos naturales, especialmente las avalanchas. En los últimos años, se han realizado varias investigaciones en esta zona para comprender los factores que contribuyen a la ocurrencia de estas tragedias.

### **Investigaciones sobre la geología y geomorfología de la zona**

Una de las primeras investigaciones sobre la zona fue realizada por el Instituto Geológico Colombiano (INGEOMINAS) en 1999. Este estudio identificó que la zona se encuentra ubicada en una zona de alta susceptibilidad a movimientos en masa, debido a la presencia de fallas geológicas, pendientes pronunciadas y suelos poco consolidados.

En 2015, la Universidad Nacional de Colombia realizó un estudio sobre la geomorfología de la zona. Este estudio identificó que la zona está conformada por una serie de terrazas fluviales y glaciofluviales, que son susceptibles a la erosión y deslizamientos.

### **Investigaciones sobre el clima y la precipitación**

La zona de San Luis Altos del Cabo km 5 vía a La Calera se encuentra ubicada en una zona de clima templado húmedo, con una precipitación promedio anual de 1.500 mm. Los meses con mayor precipitación son abril, mayo y junio. En 2020, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) realizó un estudio sobre el clima de la zona. Este estudio identificó que la zona está expuesta a eventos de lluvia extremos, que pueden provocar inundaciones y deslizamientos.

### **Investigaciones sobre la vulnerabilidad de la población**

En 2022, la Universidad de los Andes realizó un estudio sobre la vulnerabilidad de la población de la zona. Este estudio identificó que la población es vulnerable a los fenómenos naturales, debido a la falta de educación sobre los riesgos, la pobreza y la falta de acceso a

servicios básicos. de otro lado la exhaustiva investigación por parte de las personas relacionadas a este proyecto arrojó que:

Las intensas Lluvias y Desastres se han registrado como aumentos significativos en las lluvias, bajas temperaturas y fuertes vientos, que han generado grandes cantidades de precipitación. Estos eventos han provocado inundaciones frecuentes con repercusiones sociales, económicas y ambientales en la zona.

- Impacto en Infraestructura: La presencia de quebradas importantes en la región, como Morací, Sureña y Puente Piedra, ha llevado a desbordamientos que causaron daños significativos en la infraestructura, pérdida de bienes materiales y, lamentablemente, vidas humanas.
- Limitaciones en la Comprensión de Factores de Riesgo: La falta de información precisa sobre la hidrología de la zona ha dificultado la comprensión de los factores que contribuyen a estas inundaciones, así como la implementación de medidas para prevenir y mitigar sus efectos.

Un ejemplo claro de la vulnerabilidad de la zona fue la situación ocurrida durante las intensas lluvias del 12 de noviembre de 2022, que conllevaron a deslizamientos de tierra, inundaciones y desbordamiento de los cuerpos de agua. Estos fenómenos naturales generaron consecuencias significativas en términos de daños materiales y afectaron gravemente la vida de los habitantes de la región.

### **Consideraciones éticas**

En este proyecto se debe tener en cuenta diferentes factores enfocados en el desarrollo social solidario. Esto se debe a que tiene el potencial de beneficiar a un gran número de personas y, por lo tanto, es importante asegurarse de que se realicen de manera ética. En el caso de un proyecto de infraestructura urbana, las consideraciones éticas incluyen:

- La seguridad de las personas: El proyecto debe diseñarse de manera que proteja la seguridad de las personas que viven en la comunidad. Esto significa que el proyecto debe ser seguro para todos los usuarios, incluidos los niños, las personas con discapacidad y las personas de bajos ingresos.
  
- La sostenibilidad: El proyecto debe tener un impacto mínimo en el medio ambiente. Esto significa que el proyecto debe estar diseñado utilizando materiales y técnicas que sean respetuosos con el medio ambiente.

todo esto teniendo en cuenta que existen diferentes sistemas que regulan la ciudad tales como el POT y el principio de planeación; que están estrechamente relacionados. El POT es un instrumento de planificación que se basa en el principio de planeación. El POT se elabora con base en un diagnóstico del territorio y establece los lineamientos para el desarrollo del territorio.

### **Plan de ordenamiento territorial**

Al desarrollar el Plan de Ordenamiento Territorial (POT), es importante tener en cuenta consideraciones éticas que guíen la planificación e implementación del proyecto, ya que el POT tiene un impacto directo en la configuración y desarrollo sostenible de las comunidades. Primero, la planificación del POT debe basarse en principios éticos que promuevan la equidad y la participación ciudadana. Es importante integrar mecanismos que aseguren la inclusión de todas las voces y perspectivas en el proceso, evitando así la marginación de las comunidades y asegurando que las decisiones sean representativas y justas.

Además, la transparencia y la información clara son pilares éticos importantes en la planificación del POT. La comunidad debe estar adecuadamente informada de los objetivos,

criterios y consecuencias del plan para permitir una participación informada. Este enfoque ético respeta el derecho de los ciudadanos a conocer y comprender las decisiones que impactan directamente su entorno.

Como parte del POT, la planificación también debe tener en cuenta la sostenibilidad ecológica y la responsabilidad intergeneracional. Se debe realizar una evaluación ética exhaustiva del impacto que las decisiones tomadas hoy tendrán en las generaciones futuras. Esto implica proteger los recursos naturales, reducir los impactos ambientales y promover prácticas que mantengan la calidad de vida en el largo plazo.

### **Principio de planeación**

Durante el transcurso de la carrera, se reconoce la importancia del principio de planificación como guía fundamental para la investigación y desarrollo del proyecto. La planificación no se trata sólo de organizar tareas y citas, sino que también tiene importantes implicaciones éticas.

En primer lugar, una planificación adecuada es esencial para garantizar la integridad de la investigación. La falta de una planificación sólida puede conducir a una recopilación de datos inadecuada, un uso ineficiente de los recursos y conclusiones potencialmente sesgadas. Es por eso por lo que se toma el tiempo necesario para desarrollar un plan detallado que considere éticamente los métodos de investigación, la recopilación de datos y el análisis de resultados. Además, la planificación también influye directamente en la consideración de los participantes de la investigación. Garantizar que los participantes estén adecuadamente informados respetando su autonomía y privacidad es una parte esencial de la ética de la investigación. En la planificación se incluyen protocolos claros para obtener el

consentimiento informado y mantener la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes.

Asimismo, la planificación ética implica anticipar y mitigar posibles riesgos. Al identificar posibles problemas éticos durante la fase de planificación, se aborda de manera proactiva y garantizar la protección de todos los involucrados en el estudio.

## Capítulo II: Generalidades de la zona de estudio

### Conceptos generales de inundación

El concepto general de inundación es un evento natural que se produce cuando el agua de un río, arroyo o lago se desborda e inunda las zonas adyacentes, este es el caso del proyecto análisis de amenazas y vulnerabilidades ante inundaciones y eventos geológicos: sector de san Luis altos del cabo, km 5 vía a la calera, Las inundaciones pueden causar daños a la propiedad, a la infraestructura y a la vida humana. Para el Análisis En zonas vulnerables a inundaciones en Cundinamarca, Colombia, es importante tener en cuenta varios conceptos clave para comprender y abordar adecuadamente esta problemática. Algunos de estos conceptos son:

- Zona de inundación: Área que es propensa a inundarse durante eventos de lluvias intensas, crecidas de ríos o desbordamientos de cuerpos de agua.
- Riesgo Hidrológico: Evaluación de la probabilidad y el impacto potencial de inundaciones en una determinada área, tomando en cuenta factores como el clima, la topografía y la infraestructura.
- Ordenamiento Territorial: Estrategias y normativas para la planificación y regulación del uso del suelo, considerando factores de riesgo como las zonas vulnerables a inundaciones.
- Adaptación al Cambio Climático: Medidas y políticas destinadas a reducir la vulnerabilidad de las comunidades y los ecosistemas frente a fenómenos climáticos extremos como inundaciones.
- Cuenca Hidrográfica: Área geográfica definida por los límites naturales de una cuenca fluvial, donde todas las aguas superficiales drenan hacia un mismo punto.

- Plan de Emergencia y Contingencia: Conjunto de acciones y procedimientos a seguir antes, durante y después de una inundación para proteger vidas y propiedades, así como para mitigar daños.
- Sistema de Alerta Temprana: Mecanismos y procedimientos que permiten anticipar la ocurrencia de inundaciones y emitir alertas a la población para que tome medidas preventivas.
- Infraestructuras de drenaje: Obras y sistemas diseñados para canalizar y gestionar el flujo de agua durante eventos de lluvia, evitando inundaciones.



## Capítulo III: Metodología de investigación

### Procedimientos de recopilación de datos

El proceso de recolección de datos para la elaboración de un estudio hidrológico implica la recopilación y análisis de información relevante sobre los recursos hídricos de una determinada área. Es importante recordar que la calidad de los datos y su precisión son fundamentales para la validez y confiabilidad del estudio hidrológico. Además, la colaboración con expertos en hidrología y el uso de tecnología adecuada son clave para llevar a cabo un estudio efectivo.

1. Definición de Objetivos y Alcance del Estudio: Establecer el propósito del estudio hidrológico (por ejemplo, determinar el caudal máximo en un río, evaluar la disponibilidad de agua para un proyecto, etc.); delimitar el área de estudio y determinar el periodo temporal a analizar.
2. Revisión de Fuentes Existentes: Recopilar datos previos de estudios hidrológicos, informes meteorológicos, mapas, registros de caudales, etc.
3. Equipos de Monitoreo: En casos donde no haya suficiente información disponible, se pueden instalar estaciones meteorológicas, pluviométricas, etc., para obtener mediciones directas.
4. Recopilación de Datos Meteorológicos: Registro de variables como precipitación, temperatura, humedad, velocidad del viento, entre otras, utilizando estaciones meteorológicas o información de fuentes confiables.
5. Medición de Caudales: Establecer estaciones de medición de caudales (fluviométricas) para obtener datos sobre el flujo de agua en ríos y arroyos.

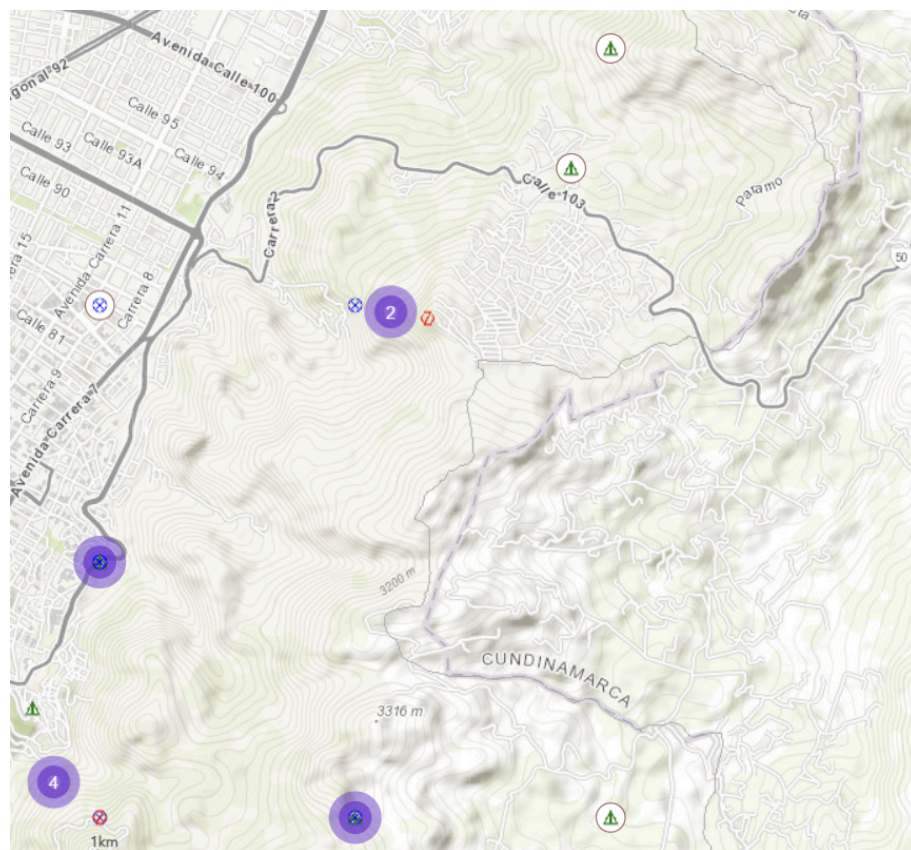
6. Análisis Topográfico: Utilizar mapas topográficos para determinar la morfología del terreno, identificar cuencas hidrográficas y calcular áreas de drenaje.
7. Análisis Geológico e Hidrogeológico: Estudiar las características geológicas y de los acuíferos en el área de estudio, lo cual puede influir en la disponibilidad de agua.
8. Recolección de Información sobre Uso del Suelo: Identificar cómo se utiliza el suelo en la cuenca (agricultura, urbanización, bosques, etc.), ya que esto afecta la infiltración y escorrentía del agua.
9. Análisis de Series Temporales: Procesar y analizar los datos recolectados para identificar tendencias, patrones estacionales y variabilidad interanual.
10. Modelado Hidrológico: Utilizar modelos matemáticos y computacionales para simular el comportamiento hidrológico de la cuenca.
11. Verificación y Calibración del Modelo: Comparar los resultados del modelo con datos observados para asegurar su precisión y ajustar parámetros si es necesario.
12. Documentación y Reporte de Resultados: Elaborar un informe que incluya la metodología utilizada, los datos recolectados, los resultados obtenidos y las conclusiones del estudio.

## Capítulo IV: Análisis Hidrológico y Geotécnico

### Análisis Hidrológico:

#### *Información de las estaciones hidrometeorológicas*

El sector de los cerros orientales cuenta con variedad de estaciones que miden precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad, dirección del viento, radiación solar y presión atmosférica entre otras. medir estos datos se da con la finalidad de comprender los patrones climáticos, predecir fenómenos extremos, planificar la agricultura, gestionar recursos naturales, monitorear el medio ambiente y emitir alertas tempranas para la seguridad y la gestión de desastres, ofreciendo así información crucial para la toma de decisiones informadas en múltiples áreas.



*Ilustración 0-1 [Mapa Estaciones IDEAM]. Tomada de [<http://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/>] ([En línea]).*

Para este proyecto en el sector de San Luis Altos del Cabo, KM 5 Vía a La Calera solo fueron consideradas 3 estaciones como aportantes de información hidrometeorológica,

dado que cumplen con las características de información necesarias para el análisis de precipitación de la zona que según la información del IDEAM son:

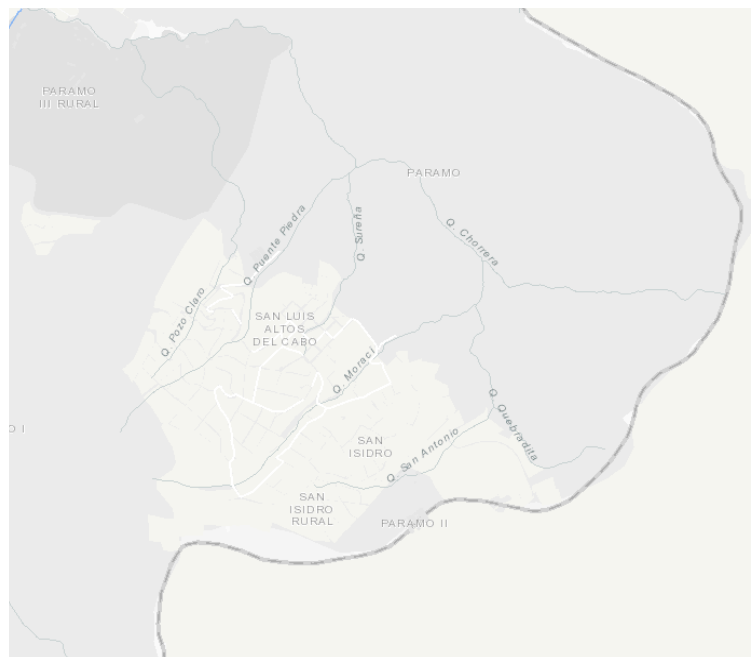
- CASITA LA: Esta estación hidrometeorológica con código IDEAM [21201120] se encuentra ubicada en la vereda La Casita, a una altura de 3.045 metros sobre el nivel del mar. Fue instalada en el año 1973 y mide la variable de precipitación. Esta estación es operada por el IDEAM. Se encuentra en buen estado de funcionamiento y hasta la actualidad sigue proporcionando datos. En el caso de estudio los datos de esta estación se utilizan para la investigación, analizar la precipitación y los patrones de precipitación en la región.
- ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL: Esta estación hidrometeorológica es operada por el IDEAM y la CAR Cundinamarca con código [2120000139]. Se encuentra en buen estado y a la actualidad sigue proporcionando datos. En general, esta estación es una valiosa fuente de datos para el análisis de amenazas y vulnerabilidades ante inundaciones en el sector de San Luis Altos del Cabo, KM 5 Vía a La Calera, dada su cercanía con el punto de intervención.
- CERRO CAZADORES - AUT: Esta estación hidrometeorológica es operada por el IDEAM con código [21206890] se encuentra ubicada en la vereda Cerro Cazadores, a una altura de 2.600 metros sobre el nivel del mar. Fue instalada en el año 2012 y mide las variables de precipitación, temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y presión atmosférica. Al igual que las anteriores, se encuentra en buen estado y proporciona datos en la actualidad, una de las características más importantes de esta estación es que mide una amplia gama de variables meteorológicas, lo que la hace una fuente valiosa de datos para el análisis de amenazas y vulnerabilidades.





temperatura, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, radiación solar y presión atmosférica.

- **ESTACIÓN DE MONITOREO DE DESLIZAMIENTOS:** Esta estación se encuentra ubicada en la vereda El Retiro, a una altura de 2.200 metros sobre el nivel del mar. Fue instalada en el año 2022 y mide las variables de desplazamiento del terreno, humedad del suelo y nivel freático.
- **ESTACIÓN DE MONITOREO DE INUNDACIONES:** Esta estación se encuentra ubicada en la vereda La Calera, a una altura de 2.500 metros sobre el nivel del mar. Fue instalada en el año 2021 y mide las variables de nivel del agua, velocidad del flujo y caudal del río Bogotá.



*Ilustración 0-3 [cuervos de agua upz 89 chapinero]. Tomada de [Mapas de Bogotá].*

### ***Cálculo de Precipitaciones***

Los datos de precipitación se obtuvieron de las siguientes tres estaciones hidrometeorológicas:

**Cerro Cazadores:** Ubicada a una altitud de 2.600 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 0-1 Precipitación mensual 2018-2021 Estación Cerro Cazadores. Elaboración propia.

CERRO CAZADORES [21206890]													
		MES											
		Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Oct	Novie	Dicie
AÑO	2018	35,1	107,9	165,1	228,8	108,7	59,5	75,7	57,7	55,4	74,2	139,9	26,8
	2019	37,3	42,9	159,5	151,2	99,1	115,4	65,2	53,5	128	82	179,3	116,7
	2020	105	186,3	162,3	52,6	76,7	89,5	113,8	43,6	63,9	44,7	291,1	88,6
	2021	19,1	50,5	102,2	153,7	124,3	155,5	75,5	102,1	44,7	121,5	98,9	35,5

**Escuela Pedagógica:** Ubicada a una altitud de 2.905 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 0-2 Precipitación mensual 2018-2021 Estación Escuela Pedagógica. Elaboración propia.

ESC. PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL [2120000139]													
		MES											
		Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Oct	Novie	Dic
AÑO	2018	40,6	75,7	148,1	145,2	107,5	108,9	93,9	68,5	68,1	91,9	69,0	23,4
	2019	32,6	32,6	136,4	199,8	92,9	129,7	75,8	54,2	110,3	67,7	248,8	68,8
	2020	116,9	191,1	205,6	69,3	75,0	74,8	124,2	49,4	78,4	55,3	338,0	90,2
	2021	11,5	32,3	138,6	111,4	116,8	135,6	75,8	114,6	50,7	128,9	135,6	55,0

**Casita LA:** Ubicada a una altitud de 3.045 metros sobre el nivel del mar.

Tabla 0-3 Precipitación mensual 2018-2021 Estación Casita LA. Elaboración propia.

CASITA LA [21201120]													
		MES											
		Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos	Sept	Oct	Novie	Dic
AÑO	2018	20,5	34	180,6	306,1	139,3	114,3	82,5	84,3	47,2	64,1	31,3	17
	2019	31,6	15,3	68	204	135,6	135,4	89,7	43,2	64,5	75,2	69,7	36,2
	2020	20,7	105,9	107,4	27,7	50,9	102,6	134,9	26,5	23,7	13,5	449,6	48,8
	2021	16,2	33,6	203,1	92,4	163	86	120,3	124,2	82,3	98,9	83,3	31,9

Para los meses con datos faltantes, se utilizó la metodología de tomar el promedio de la precipitación mensual para los distintos años. Esta metodología es una aproximación razonable para estimar la precipitación de los meses con datos faltantes:

- Se calculó el promedio de la precipitación mensual para cada año del periodo de estudio (2018-2021).

- Se utilizó el promedio calculado para el mes en cuestión para estimar la precipitación de ese mes en los años con datos faltantes.

Dado que los datos arrojados por el IDEAM y la CAR son mensuales, es importante hallar la precipitación mensual con los datos entre 2018 y 2021, ya que esta información es necesaria para evaluar las amenazas y vulnerabilidades ante inundaciones en el sector. La precipitación mensual es un indicador importante del riesgo de inundaciones, y los datos de los años 2018 a 2021 proporcionan una visión general de la variabilidad de la precipitación en el sector durante un período de tiempo significativo. Esta información puede utilizarse para identificar los meses y las épocas del año en los que el riesgo de inundaciones es mayor. Para calcular la precipitación mensual de cada estación, se utilizaron los siguientes pasos:

- Se calcula el mínimo, el promedio y el máximo de la precipitación mensual para cada año del periodo de estudio (2018-2021).
- Se promedia el mínimo, el promedio y el máximo de la precipitación mensual para cada estación.
- Se calcula la precipitación promedio anual para cada estación sin tener en cuenta las áreas de entrega para analizar su comportamiento Individual.



Coefficiente de escorrentía Ven Te Chow:

Tipo de superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>Zonas urbanas</b>							
Asfalto	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Cemento, tejados	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
<b>Zonas verdes (céspedes, parques, etc.)</b>							
<i>Condición pobre (cobertura vegetal inferior al 50% de la superficie)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Pendiente media (2-7%)	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente alta (> 7%)	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
<i>Condición media (cobertura vegetal entre el 50% y el 75% del área)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<i>Condición buena (cobertura vegetal superior al 75%)</i>							
Pendiente baja (0-2%)	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Pendiente media (2-7%)	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
<b>Zonas rurales</b>							
<b>Campos de cultivo</b>							
Pendiente baja (0-2%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Pendiente media (2-7%)	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente alta (> 7%)	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
<b>Pastizales, prados, dehesas</b>							
Pendiente baja (0-2%)	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Pendiente media (2-7%)	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente alta (> 7%)	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
<b>Bosques, montes arbolados</b>							
Pendiente baja (0-2%)	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Pendiente media (2-7%)	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente alta (> 7%)	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

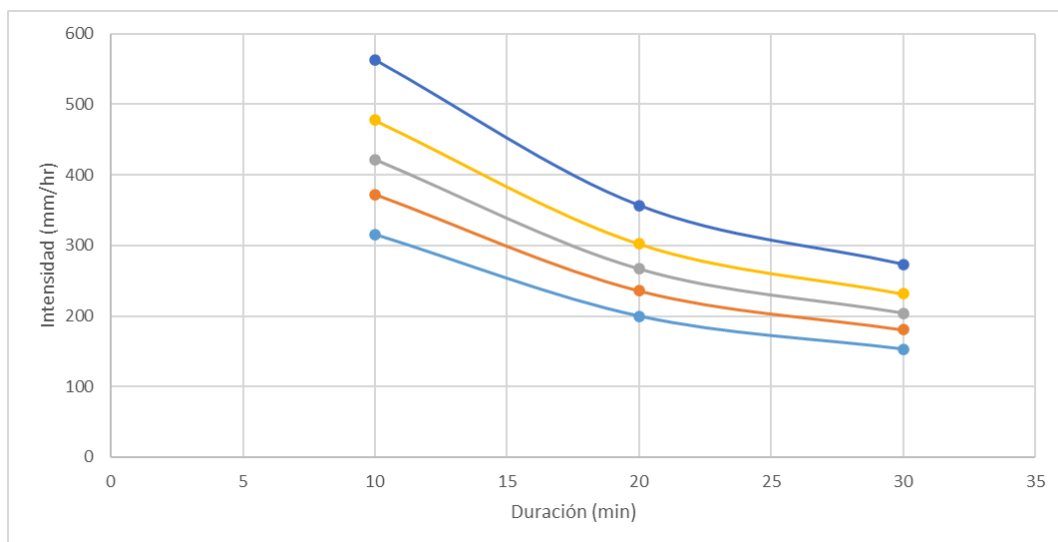
Ilustración 0-4 Coeficientes de Escorrentía. Fuente. Chow et al (1988)

El análisis de los coeficientes de escorrentía del libro de Ven Te Chow (1988) se basa en la consideración de diversas variables, entre las que se incluyen el uso del suelo, la pendiente, la condición del suelo y la recurrencia de precipitaciones. En cuanto al uso del suelo, se establecen siete categorías distintas: bosques, pastizales, cultivos, áreas residenciales de baja densidad, áreas residenciales de alta densidad, áreas comerciales e industriales, y zonas pavimentadas. Cada una de estas categorías puede influir significativamente en la cantidad de escorrentía generada por la precipitación, debido a las diferencias en la capacidad de infiltración y en la rugosidad superficial.

La pendiente del terreno se divide en tres rangos: plano (0-2%), moderado (2-7%) y empinado (>7%). Esta clasificación refleja la influencia directa que tiene la pendiente en la velocidad de escurrimiento del agua, con pendientes más pronunciadas facilitando un mayor flujo de agua superficial. Estas variables, combinadas con los coeficientes de escorrentía proporcionados por Chow et al. (1988), son fundamentales para comprender y predecir el comportamiento hidrológico de una cuenca o una región determinada ante eventos de precipitación."

Tabla 0-4 IDF Estación la Casita LA. Elaboración propia.

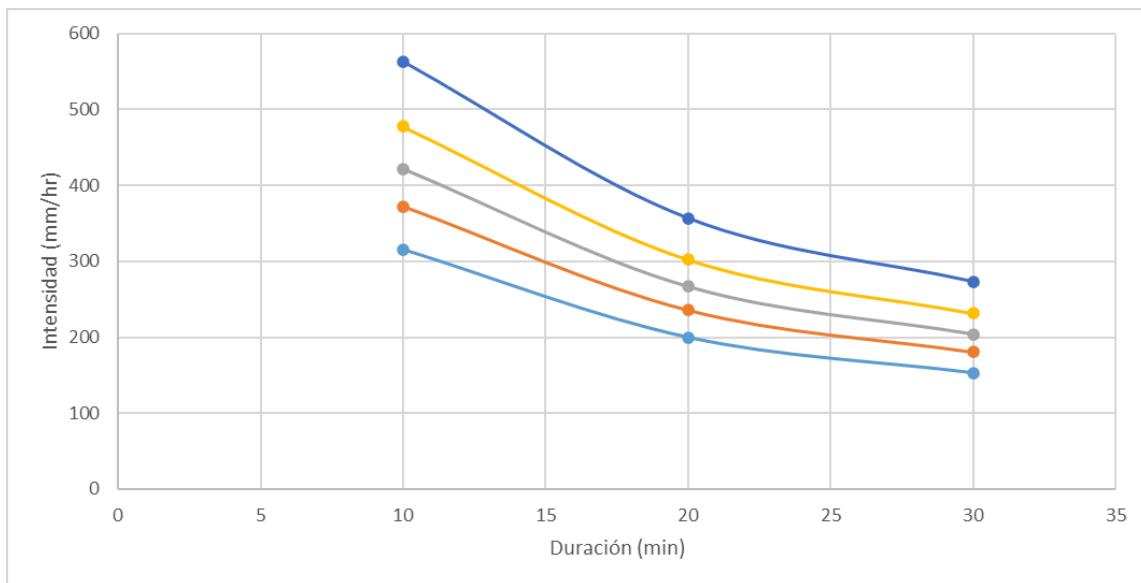
IDF	Duración (min)		
Tr (años)	10	20	30
2	100,4	63,6	48,6
5	118,5	75,0	57,4
10	134,2	84,9	65,0
20	152,0	96,2	73,6
50	179,3	113,5	86,8



Grafica 1 [IDF Estación CASITA LA]. Tomada de [Elaboración propia] ([2023]).

Tabla 0-5 IDF Estación Escuela Pedagógica Experimental. Elaboración propia.

IDF	Duración (min)		
Tr (años)	10	20	30
2	315,7	199,8	152,9
5	372,3	235,6	180,3
10	421,7	266,9	204,2
20	477,8	302,4	231,4
50	563,4	356,6	272,9



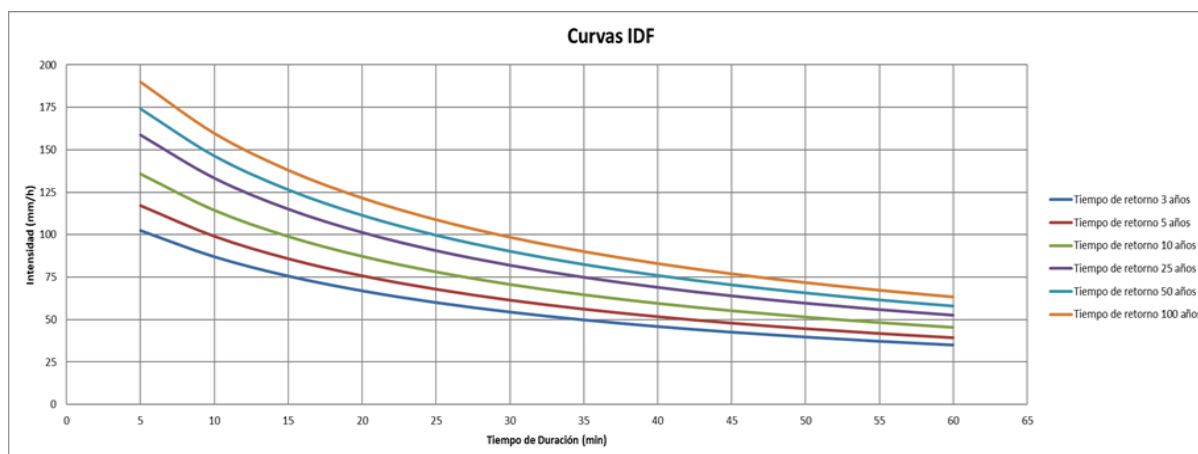
Gráfica 2 [IDF Estación ESCUELA PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL]. Tomada de [Elaboración propia]

A continuación, se presentan dos resultados de curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) realizadas en la zona. Estas curvas se han desarrollado teniendo en cuenta tanto las áreas grandes como las áreas pequeñas aledañas a la región de interés. El objetivo principal de esta doble evaluación es obtener una estimación más precisa de los valores de precipitación extrema, que a su vez, permitirá realizar una comparación detallada entre ambas áreas. Al comparar los resultados de las curvas IDF de las diferentes áreas, se busca identificar patrones y variaciones que puedan influir en la precisión de las estimaciones de precipitación para cada región específica. Esta comparación es fundamental para ajustar y afinar los modelos de predicción, asegurando que los valores obtenidos se acerquen lo más posible a la realidad.

En primer lugar, las curvas IDF para las áreas grandes proporcionan una visión amplia y general de los patrones de precipitación en la región. Estas áreas suelen incluir una mayor diversidad de microclimas y topografías, lo que puede influir en las mediciones de precipitación. Por otro lado, las curvas IDF para las áreas pequeñas se enfocan en zonas más específicas y homogéneas, permitiendo una observación más detallada y precisa de los eventos de precipitación. La combinación de ambas aproximaciones permite una evaluación más completa y robusta de los valores de precipitación extrema en la zona.

Id	Punto (E,N) EPSG: 3116	Tiempo de retorno 3 años			Tiempo de retorno 5 años			Tiempo de retorno 10 años		
		C1	Xo	C2	C1	Xo	C2	C1	Xo	C2
0	1006128, 1008003	2620,13	22,5	-0,978330	2783,53	21,5	-0,967040	2898,53	20,2	-0,948480
		Tiempo de retorno 25 años			Tiempo de retorno 50 años			Tiempo de retorno 100 años		
		C1	Xo	C2	C1	Xo	C2	C1	Xo	C2
		3159,68	19,4	-0,936570	3474,15	19,5	-0,935520	3766,93	19,5	-0,933750

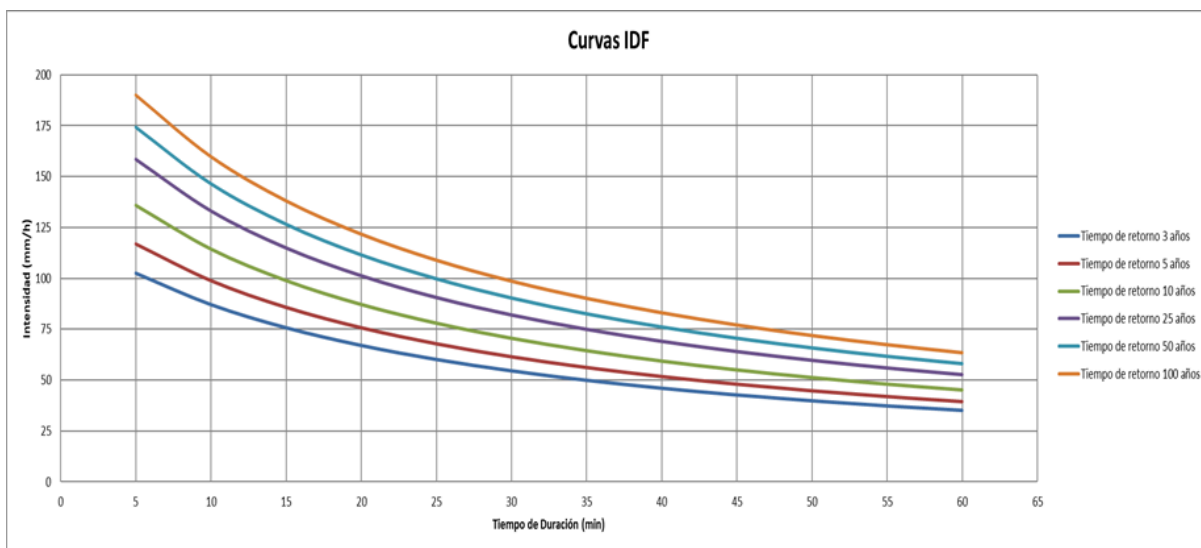
Tabla de intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia (Años)	Duración (Minutos)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
3	102,3718	86,93647	75,5789457	66,86843	59,97402	54,3800232	49,7493	45,85213	42,526543	39,65504	37,1503	34,9460785
5	117,02	99,00786	85,8610539	75,83657	67,93635	61,5474187	56,27234	51,84204	48,067824	44,81339	41,97783	39,48481
10	135,8243	114,3986	98,9265843	87,21707	78,03907	70,6470998	64,56296	59,46564	55,1315548	51,4001	48,15293	45,300865
25	158,5826	133,1782	114,960478	101,2393	90,52189	81,9123249	74,83991	68,9236	63,8991181	59,57733	55,81926	52,5204228
50	174,2834	146,4875	126,528409	111,4808	99,71829	90,2633629	82,49258	75,9893	70,4643194	65,71053	61,57564	57,9451524
100	190,0438	159,7869	138,053992	121,6648	108,8507	98,5484835	90,07978	82,99126	76,968171	71,78509	67,27623	63,3169146



Grafica 3 [IDF Levantadas por el acueducto de bogotà 2019]. Tomada de [Estudios EAAB 2019]

Id	Punto (E,N) EPSG: 3116	Tiempo de retorno 3 años			Tiempo de retorno 5 años			Tiempo de retorno 10 años		
		C1	Xo	C2	C1	Xo	C2	C1	Xo	C2
0	1005226, 1008714	3510,77	25,6	-1,026600	3775,32	25,1	-1,017050	3936,04	23,9	-1,000030
		Tiempo de retorno 25 años			Tiempo de retorno 50 años			Tiempo de retorno 100 años		
		C1	Xo	C2	C1	Xo	C2	C1	Xo	C2
		4107,05	22,6	-0,980770	4609,79	23,2	-0,983000	4869,17	22,9	-0,976690

Tabla de Intensidades - Tiempo de duración												
Frecuencia (Años)	Duración (Minutos)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
3	104,751623	89,6775657	78,3591204	69,5519116	62,5059641	56,74251715	51,9416788	47,8816268	44,40373197	41,3915703	38,7577739	36,4355066
5	118,352576	101,227653	88,4047875	78,4464901	70,4910224	63,99050465	58,5800161	54,0071456	50,09175625	46,7018593	43,7385436	41,1262309
10	136,181412	116,095102	101,172435	89,6490536	80,4822233	73,01612659	66,8176358	61,5891883	57,11959702	53,2548304	49,8799016	46,9072346
25	158,609644	134,713638	117,120524	103,622469	92,9358807	84,26336566	77,0833234	71,0401355	65,88297003	61,4298112	57,5453598	54,1269392
50	173,016	147,367734	128,384577	113,762891	102,151772	92,70646194	84,8714941	78,2665614	72,62248427	67,7433624	63,4832136	59,7310173
100	188,60264	160,555385	139,834331	123,893986	111,246933	100,9655039	92,4409524	85,2571555	79,11995794	73,8155038	69,1845655	65,1061348



Grafica 4 [IDF Levantadas por el acueducto de bogotá 2019]. Tomada de [Estudios EAAB 2019]

Además, al comparar las curvas IDF de áreas grandes y pequeñas, se pueden identificar discrepancias y similitudes que son cruciales para la calibración de los modelos hidrológicos utilizados en la región. Estas comparaciones también ayudan a identificar posibles anomalías o tendencias específicas que podrían no ser evidentes si solo se considerara un tipo de área. Por ejemplo, una región pequeña puede mostrar una mayor frecuencia de eventos extremos debido a características topográficas o climáticas específicas que no se observan en un análisis de áreas más amplias.

Precipitación mensual máxima y mínima.

La precipitación mensual máxima en el sector es de 153,2 mm. Esto significa que el sector puede recibir una cantidad significativa de precipitación en un solo mes. La

precipitación mensual máxima se produce en los meses de verano, cuando se producen tormentas más intensas, mientras la precipitación mensual mínima en el sector es de 56,4 mm. Esto significa que el sector puede pasar meses sin recibir precipitaciones.

Precipitación mensual por estación

- La estación Cerro Cazadores recibe una precipitación mensual promedio de 125 mm. Esta es la mayor precipitación mensual promedio de las tres estaciones.
- La estación Escuela Experimental recibe una precipitación mensual promedio de 101,4 mm. Esta es la segunda mayor precipitación mensual promedio de las tres estaciones.
- La estación Casita LA recibe una precipitación mensual promedio de 90,4 mm. Esta es la menor precipitación mensual promedio de las tres estaciones.

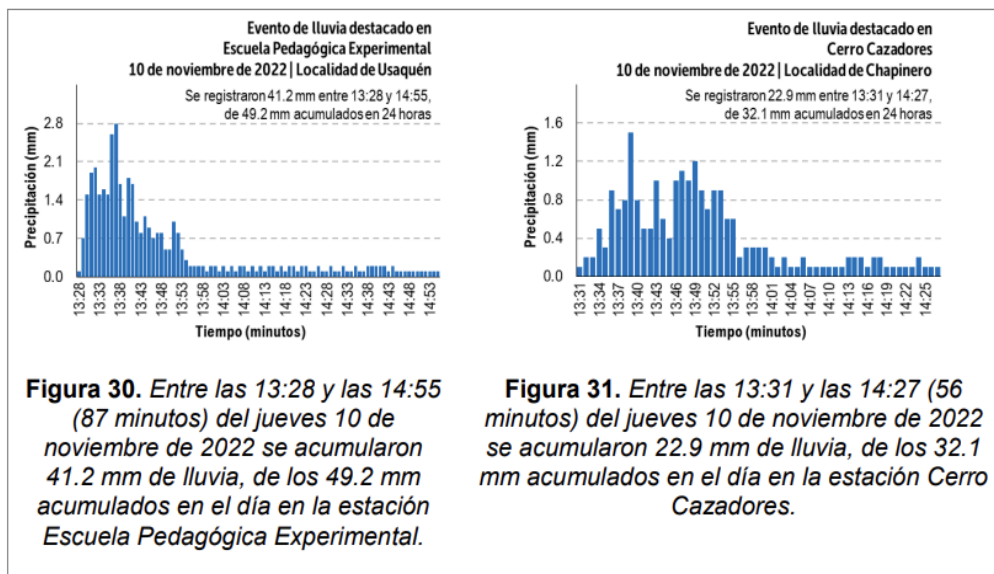


Ilustración 0-5 [Precipitaciones durante 10 nov de 2022 en las estaciones Esc. Pedagógica y Cerro Cazadores]. Tomada de [DIAGNÓSTICO TÉCNICO – DI-18208] ([2021]). En [Línea 5 dic 2023], p. 49."

**Análisis de las Precipitaciones Anuales en el Sector de San Luis Altos del Cabo**

Tabla 0-6 Promedios anuales de precipitaciones Estación Cero Cazadores. Elaboración propia.

<b>CERRO CAZADORES [21206890]</b>	<b>CERRO CAZADORES [21206890]</b>
	PRECIPITACIÓN ANUAL

AÑO		MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
	2018	26,8	94,57	228,8
	2019	37,3	102,51	179,3
	2020	43,6	109,84	291,1
	2021	19,1	90,29	155,5

PRECIPITACIÓN MENSUAL	MÍNIMO	19,10
	PROMEDIO	99,30
	MÁXIMO	291,10
		precipitación total

Tabla 0-7 Promedios anuales de precipitaciones Estación Escuela Pedagógica. Elaboración propia.

ESC. PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL [2120000139]		ESC. PEDAGÓGICA EXPERIMENTAL [2120000139]		
		PRECIPITACIÓN ANUAL		
AÑO		MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
	2018	23,4	86,73	148,1
	2019	32,6	104,13	248,8
	2020	49,4	122,35	338
	2021	11,5	92,23	138,6

PRECIPITACIÓN MENSUAL	MÍNIMO	11,50
	PROMEDIO	101,36
	MÁXIMO	122,35
		precipitación total

Tabla 0-8 Promedios anuales de precipitaciones Estación la Casita LA. Elaboración propia.

CASITA LA [21201120]		CASITA LA [21201120]		
		PRECIPITACIÓN ANUAL		
AÑO		MÍNIMO	MEDIO	MÁXIMO
	2018	17	93,43	306,1
	2019	15,3	80,70	204
	2020	13,5	92,68	449,6
	2021	16,2	94,60	203,1

PRECIPITACIÓN MENSUAL	MÍNIMO	80,70
	PROMEDIO	90,35
	MÁXIMO	94,60
		precipitación total

Las precipitaciones anuales del sector de San Luis Altos del Cabo muestran que el sector recibe una cantidad relativamente baja de precipitación; Sin embargo, es importante tener en cuenta que la precipitación es variable, y que el sector puede recibir una cantidad significativa de precipitación en un solo mes. La precipitación promedio anual para cada estación se calculó para tener una visión general de la cantidad de precipitación que recibe la zona durante un año.

### **Análisis Geotécnico:**

#### ***1. Formación de las rocas:***

La zona de estudio en San Luis Altos del Cabo, ubicado en el Km 5 Vía a La Calera, que se encuentra sobre el Macizo Bogotá, o mejor georreferenciado en el “altiplano cundiboyacense” de la sabana de Bogotá, sobre la cordillera oriental. Este lugar es reconocido por su afloramiento de rocas proveniente del periodo Cretácico superior y del cuaternario por lo cual se pueden identificar diversas condiciones de cimentación geológica.

Como se referencia en el informe “GEOLOGÍA DE LA SABANA DE BOGOTÁ”:  
En el Paleógeno y Neógeno la sedimentación de origen fluvial da origen a las formaciones Cacho, Bogotá, Regadera y parte de Tilatá. El Mioceno es una época de tectónica activa, plegamientos, fallamiento y levantamiento de la Cordillera Oriental y afecta las formaciones antes depositadas y posiblemente se forme la cuenca de la actual Sabana de Bogotá. En San Luis Alto del Cabo se pueden encontrar fácilmente rocas de origen ígneo y sedimentario, tales como:

- **Rocas Ígneas:** Estas se forman cuando se cristalizan los minerales del magma, sus texturas se relacionan con la historia del enfriamiento del magma o de la



lava y se clasifican según su textura y composición (Wicander, Monroe), en este caso las rocas predominantes son:

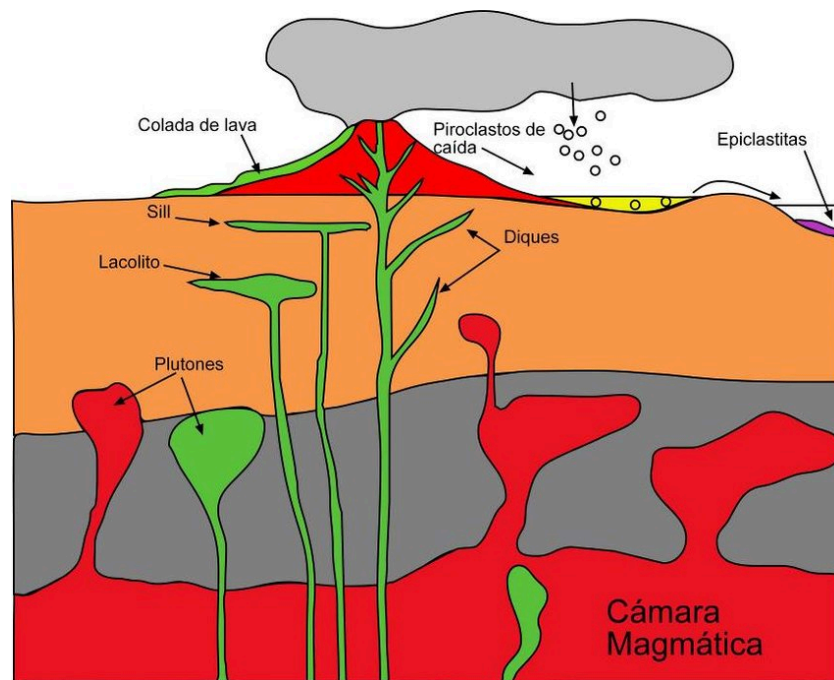


Ilustración 0-6 [Formación rocas ígneas] En línea

[https://www.researchgate.net/figure/Figura-43-Modelo-del-origen-de-las-rocas-igneas-modificado\\_fig5\\_334084687](https://www.researchgate.net/figure/Figura-43-Modelo-del-origen-de-las-rocas-igneas-modificado_fig5_334084687)

- **Dioritas:** Rocas intrusivas de composición intermedia entre gabros y granitos. Son de color gris oscuro y textura granular. provenientes del Cretácico inferior.
- **Andesitas:** Rocas volcánicas de composición similar a las dioritas. Son de color gris oscuro a negro y textura porfídica. provenientes del Cretácico inferior.

- **Rocas Sedimentarias:**

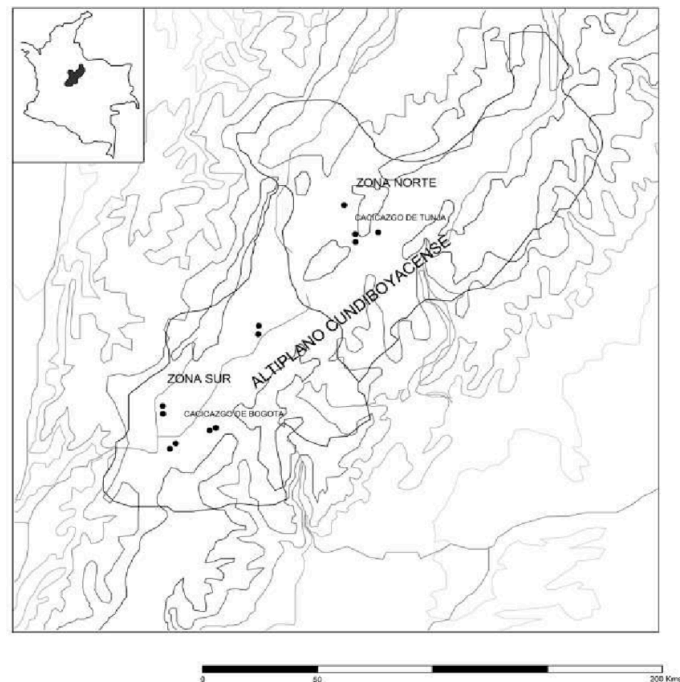
las rocas sedimentarias se componen de todos los materiales derivados por el intemperismo mecánico y químico, que desintegran y descomponen las rocas ya existentes (Wicander, Monroe), en este caso las rocas predominantes son:

- **Calizas:** rocas formadas por la acumulación de carbonato de calcio. Son de color blanco o beige y presentan una textura compacta. provenientes del Cretácico superior y Paleoceno.

- Areniscas: rocas compuestas por granos de arena cementados. Son de color marrón claro a gris y presentan una textura granular. provenientes del Cretácico superior y Paleoceno.
- Lutitas: Rocas finas formadas por la acumulación de sedimentos arcillosos. Son de color gris oscuro y se caracterizan por su textura laminar. provenientes del Cretácico superior y Paleoceno.

## 2. Evolución del paisaje:

La formación Macizo de Bogotá donde encontramos nuestra zona de estudio también conocida como “Altiplano Cundiboyacense” es una unidad geológica ubicada en la región central de Colombia, específicamente en la zona de la cordillera oriental de los Andes. Esta formación geológica es conocida por su importancia en términos de recursos naturales, especialmente en la producción de agua debido a su capacidad de almacenamiento y filtración de líquidos.



*Ilustración 0-7 [FORMACIÓN MACIZO BOGOTÁ]. Tomada del [INGEOMINAS IGAC 2000].*

- **Era Paleozoica (541-252 millones de años atrás):**

Durante la Era Paleozoica, específicamente en el período Ordovícico (hace aproximadamente 485-444 millones de años), se iniciaron los procesos geológicos que condujeron a la formación del Altiplano Cundiboyacense en lo que hoy es Colombia. Según Gómez. (2018), durante este período, la región experimentó intensos procesos de sedimentación marina que contribuyeron a la acumulación de sedimentos y al desarrollo de las primeras plataformas continentales. Estos sedimentos, compuestos principalmente por areniscas, lutitas y conglomerados, fueron depositados en el fondo marino a medida que las placas tectónicas se movían y colisionaban, dando lugar a la formación de los primeros estratos sedimentarios en la región (Castaño, 2009).



*Ilustración 0-8 [EJEMPLOS DE ROCAS SEDIMENTARIAS]. Tomada del Tipos de rocas: ígneas, sedimentarias y metamórficas] En línea <https://www.diferenciador.com/tipos-de-rocas/> 24 feb 2024).*

Posteriormente, durante el período Carbonífero (hace aproximadamente 359-299 millones de años), la región del Altiplano Cundiboyacense experimentó una serie de eventos tectónicos que llevaron a la elevación y deformación de los estratos sedimentarios previamente depositados. Estos procesos incluyen la colisión de placas continentales y la formación de sistemas de pliegues y fallas, que contribuyeron significativamente a la

configuración actual del relieve en la región (Castaño, 2009; Gómez et al., 2018).

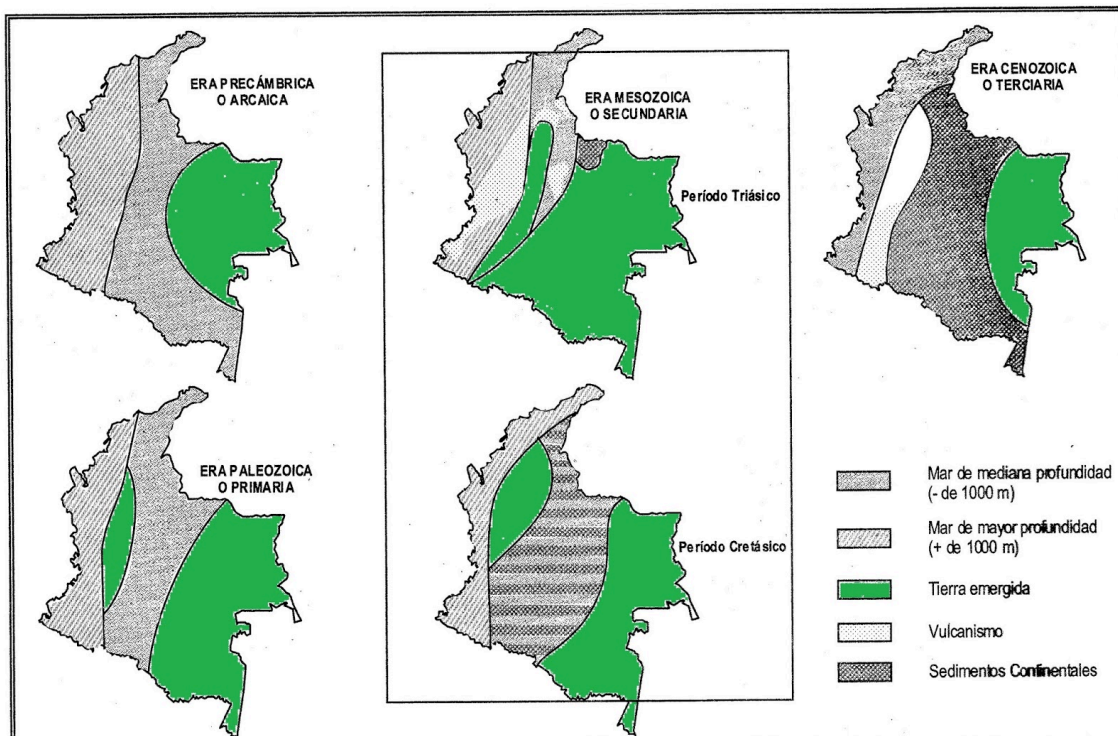
- **Era Mesozoica (252-66 millones de años atrás):**

Durante la Era Mesozoica, específicamente en el período Triásico-Jurásico (hace aproximadamente 252-145 millones de años), se desarrollaron importantes procesos geológicos que contribuyeron a la formación del Macizo de Bogotá en lo que hoy es Colombia. Según Rodríguez y Gómez (2016), durante este período, la región experimentó un levantamiento tectónico gradual que llevó a la elevación del Macizo de Bogotá por encima del nivel del mar, emergiendo como una isla en un mar interior que cubría gran parte del territorio colombiano.

Posteriormente, durante el período Cretácico (hace aproximadamente 145-66 millones de años), el Macizo de Bogotá experimentó procesos de erosión gradual, especialmente durante la etapa tardía del período, lo que contribuyó a la formación de valles y llanuras en la región (García & López, 2012). Estos procesos de erosión fueron el resultado de la acción de agentes atmosféricos y fluviales, que modelaron el paisaje del Macizo de Bogotá a lo largo de millones de años.

Durante este período, el clima en la región era cálido y húmedo, lo que favoreció el desarrollo de extensos bosques y una fauna diversa, caracterizada por la presencia de dinosaurios y otras formas de vida prehistórica (García & López, 2012). Estas condiciones climáticas y ambientales contribuyeron al desarrollo de ecosistemas ricos y dinámicos en el Macizo de Bogotá durante la Era Mesozoica.

## EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE COLOMBIA



*Ilustración 0-9 [Evolución Geológica de Colombia]. Tomada del TSOCIALES J - A] En línea <https://socialesjaiensec.blogspot.com/2013/07/orografia-de-colombia.html> 24 feb 2024).*

### - **Era Cenozoica (66 millones de años atrás hasta la actualidad):**

Durante la Era Cenozoica, que abarca desde hace aproximadamente 66 millones de años hasta la actualidad, se produjeron importantes eventos geológicos que tuvieron un impacto significativo en la configuración del Macizo de Bogotá en Colombia. Según Cardona y Montes (2019), uno de los eventos más destacados durante esta era fue la formación de la Cordillera Oriental de los Andes, que involucró una reactivación significativa de la actividad tectónica en la región del Macizo de Bogotá. Este proceso de elevación de la cordillera contribuyó a la configuración del relieve montañoso en la región y tuvo un impacto en los patrones de drenaje de la zona.

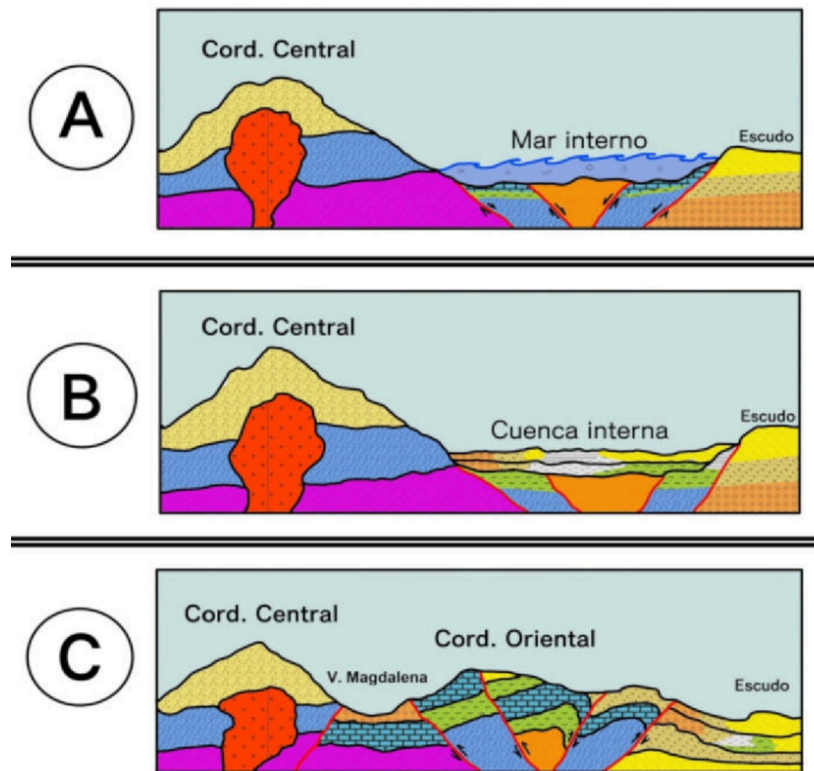


Figura 6 Evolución de la Cordillera Oriental

*Ilustración 0-10 [Evolución de la cordillera Oriental]. Formación de una cuenca tipo Graben. B: Deposición de material y subsidencia. C: Régimen compresivo y levantamiento. Fuente: IGAC, (2020) En línea [https://www.researchgate.net/figure/Figura-22-Evolucion-de-la-Cordillera-Oriental-A-Formacion-de-una-cuenca-tipo-Grab-en\\_fig1\\_363947970](https://www.researchgate.net/figure/Figura-22-Evolucion-de-la-Cordillera-Oriental-A-Formacion-de-una-cuenca-tipo-Grab-en_fig1_363947970).*

Además, durante la Era Cenozoica, se produjo la incisión de los ríos Bogotá y San Francisco, lo que resultó en la formación de valles profundos en el Macizo de Bogotá (Ramírez et al., 2015). Estos valles son el resultado de la erosión fluvial a lo largo de millones de años, que ha dado forma al paisaje del Macizo de Bogotá y ha creado importantes características geomorfológicas en la región.

#### - Antropoceno (Actualidad):

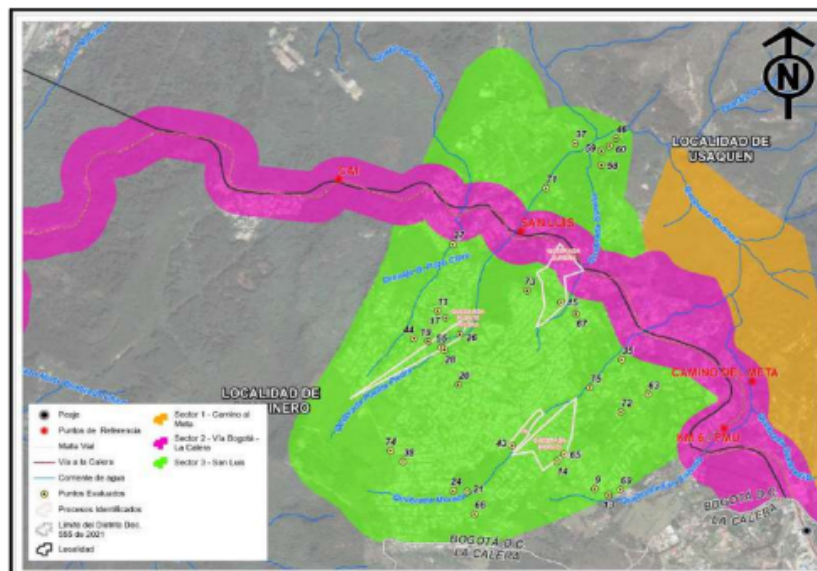
En el Antropoceno, la actividad humana ha tenido un impacto significativo en la zona de San Luis y el Macizo de Bogotá. La expansión urbana, la deforestación, la agricultura y la construcción de infraestructura han modificado el paisaje, alterando los procesos geológicos naturales. La comprensión de la evolución geológica de esta zona es crucial para evaluar el impacto del Antropoceno en el medio ambiente y desarrollar estrategias sostenibles para la región.



## 2. Eventos geológicos importantes:

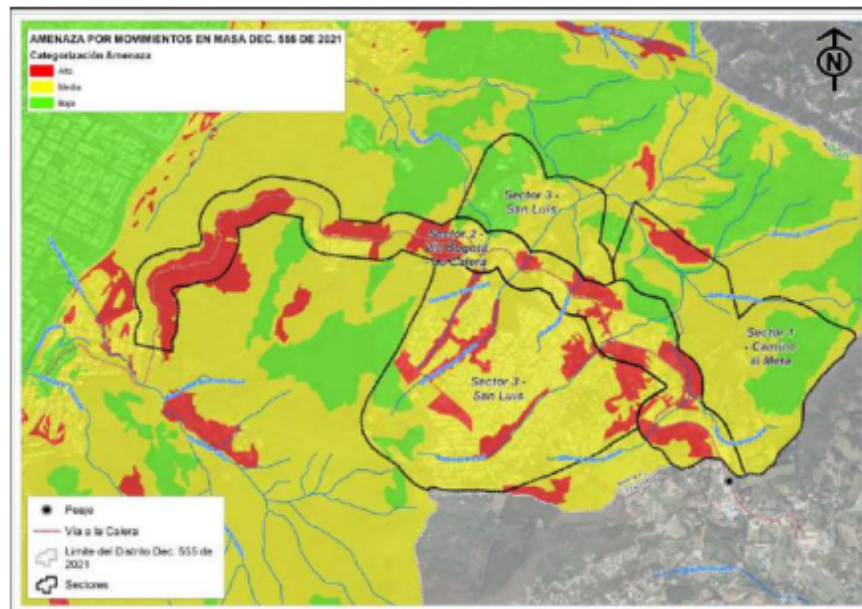
La localidad de Chapinero está rodeada por los cerros orientales, donde se registran fenómenos como deslizamientos de tierras, flujos de lodos y caídas de rocas. Debido al crecimiento urbano de la ciudad, muchas familias han optado por establecerse en las zonas de ladera, dando lugar a la construcción de nuevas viviendas sin cumplir con las debidas licencias, normas de construcción y requisitos que eviten posibles afectaciones.

Como se puede apreciar en la siguiente imagen, se identifican los puntos en marco de emergencia los cuales han tenido eventos geológicos, la información proporcionada destaca la amenaza por remoción en masa como uno de los principales fenómenos que pueden representar peligro para la población, los bienes y el ambiente en la zona de San Luis Altos del Cabo, ubicada en la UPZ 89 de Chapinero, Bogotá, Colombia. Se clasifica en tres categorías de amenaza: alta, media y baja, con probabilidades específicas de ocurrencia en un período de 10 años.



*Ilustración 0-11 Localización puntos evaluados en el marco de la emergencia – La Calera: SDP - UAEC (2021)  
En línea <https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf>.*

En cuanto a los movimientos de masa se puede evidenciar que las zonas de amenaza, se exhiben niveles de amenaza clasificados como bajos, medios y altos debido a movimientos en masa, siendo la amenaza media la más destacada en términos de probabilidad de ocurrencia de tales movimientos, según la siguiente ilustración.



*Ilustración 0-12 Condición general de las zonas en amenaza – La Calera: SDP - UAECD (2021) En línea <https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf>.*

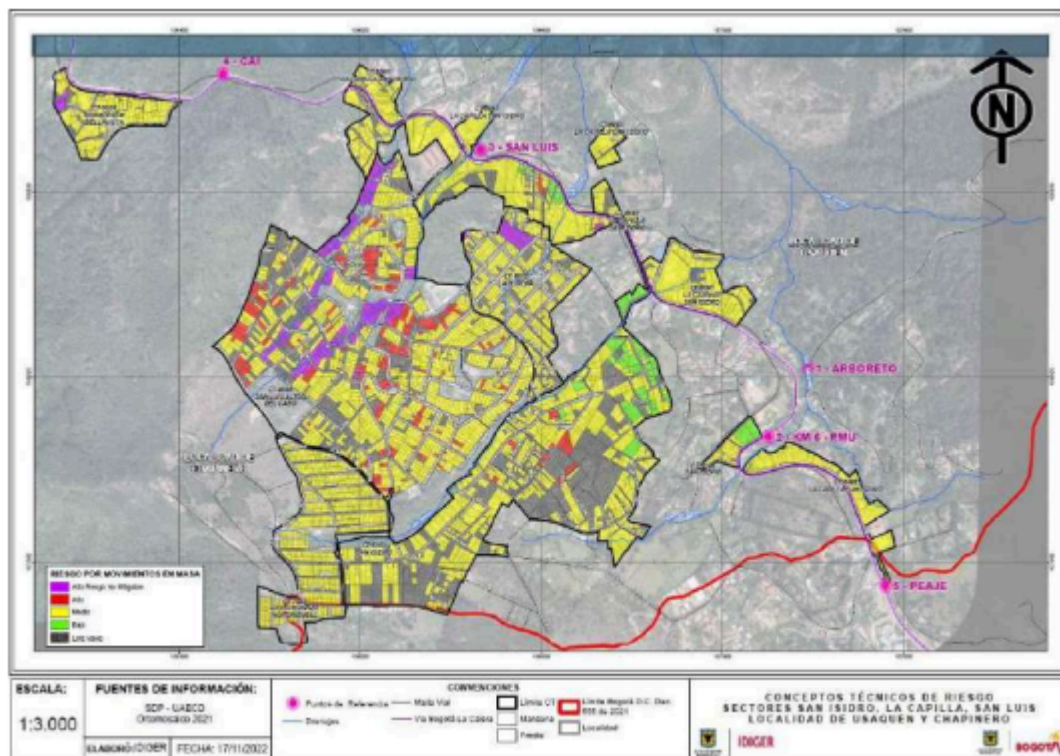
Según el diagnóstico de prevención y atención de emergencias de la DPAE en 2004, en la Localidad de Chapinero, hay un total de 250 manzanas en zonas de remoción con amenaza alta, 509 con amenaza media y 241 con amenaza baja. La UPZ Pardo Rubio destaca por tener la mayor cantidad de manzanas en zonas de remoción con amenaza alta y media, mientras que El Refugio tiene el mayor número de manzanas en amenaza baja.

En la zona, se han detectado procesos de remoción en masa de mayor magnitud, por lo que se sugiere incluir a las familias que residen en viviendas dentro del área afectada en el programa de reasentamiento. Además, se propone destinar estos terrenos como suelos de protección debido al riesgo asociado. Asimismo, en este sector se han observado árboles con pérdida de verticalidad, una gestión inadecuada de los residuos de construcción, la presencia



de basura cerca de los bordes de las quebradas y estancamientos de agua provocados por la entrada de aguas de esorrentía en las viviendas. Como parte de las recomendaciones, se aconseja implementar un control urbanístico por parte de la Alcaldía Local, verificar con la autoridad ambiental si las viviendas se ubican en la Ronda de las Quebradas y aplicar medidas apropiadas para manejar los árboles propensos a caer.

Los informes técnicos emitidos por la entidad para el Sector de San Luis, que incluye los desarrollos señalan la ubicación de viviendas en las proximidades de las quebradas Pozo Claro, Puente Piedra, La Sureña, Morací y San Antonio. En estos lugares se han identificado deficiencias constructivas, como la creación de taludes de corte en el terreno sin medidas de contención, protección y gestión adecuada de las aguas de esorrentía. Además, se observa la ausencia de elementos de confinamiento en algunos de los muros de cerramiento perimetral y un manejo inadecuado de las aguas pluviales.



*Ilustración 0-13 Condición de riesgo por movimientos en masa en sectores evaluados aledaños a la vía Bogotá – La Calera: SDP - UAECED (2021) En línea <https://www.idiger.gov.co/documents/1358741/1358809/DIAGNOSTICO.pdf>.*

Se señala que las áreas de alto riesgo no mitigable en Chapinero se concentran principalmente fuera de las UPZ, afectando 3 manzanas con un área total de 15,737.5 m<sup>2</sup>. Además, existen dos manzanas afectadas en la UPZ Pardo Rubio y una en la UPZ San Isidro Patios. El riesgo de remoción en masa se atribuye principalmente a la construcción de asentamientos en sitios previamente utilizados para la explotación de canteras, en rellenos o taludes mal contruidos, e incluso por su ubicación en la ronda de las quebradas. La información subraya la necesidad de considerar estas amenazas en la planificación y gestión del territorio para reducir los riesgos asociados a eventos de remoción en masa.

La localidad carece de industrias emisoras de partículas a la atmósfera, pero enfrenta problemas significativos de contaminación del aire y disposición inadecuada de residuos sólidos. El intenso tráfico vehicular en las principales vías contribuye a la emisión de gases tóxicos como monóxido de carbono, ozono y óxidos de nitrógeno, especialmente durante las horas pico. Además, la presencia de polvo es notable en sectores específicos.

- Identificación de las causas del fenómeno amenazante:

El fenómeno amenazante se origina por la saturación del suelo con agua, la cual puede provenir de lluvias, fugas de alcantarillado o acueducto, y en ocasiones, resulta de las viviendas ubicadas en la parte alta de la ladera. Esta saturación conlleva a la desestabilización del suelo en las laderas de las montañas de la localidad.

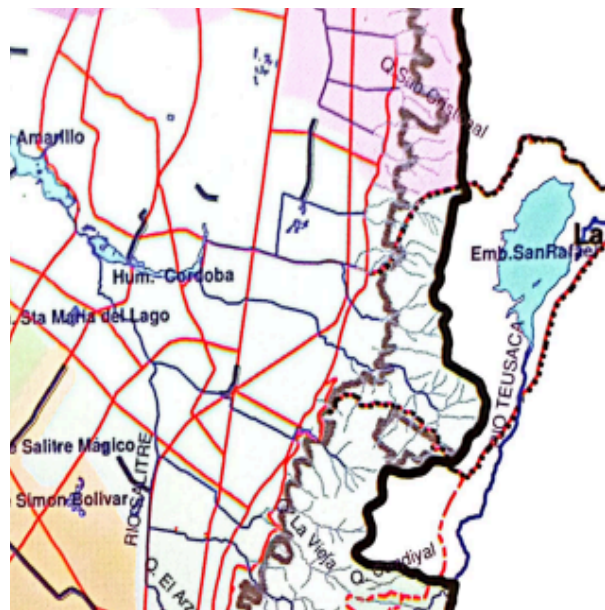
Además, se suma la persistencia en la construcción ilegal en el territorio montañoso, ya que desde el año 2005 no se puede otorgar ninguna licencia de construcción en esta área. Todas las construcciones nuevas se consideran ilegales, lo que implica que se llevan a cabo

sin seguir normas de construcción, sin incluir obras de mitigación de riesgos, drenajes de agua lluvia para prevenir tragedias ni mantenimientos silviculturales a los árboles en propiedades privadas. Esta construcción ilegal genera una sobrecarga en el suelo inestable, resultando en remociones significativas de material que afectan a los habitantes del territorio. También se identifican actividades extractivas de materiales pétreos de manera no técnica por parte de la comunidad como un factor contribuyente al fenómeno amenazante.

### 3. Recursos geológicos:

Teniendo en cuenta que la zona de estudio San Luis alto del Cambo se encuentra en cobre la cordillera oriental, esta zona presenta una gran variedad de recursos naturales los cuales favorecen al mismo sector, estos recursos naturales incluyen:

#### - AGUA



*Ilustración 0-14 [Mapa de cuencas hidrográficas] En línea  
<https://books.google.com.co/books?id=1rk6MwEACAAJ> (2007).*

- Ríos: El río Bogotá y quebradas como La Calera, San Luis y La Chorrera son importantes fuentes de agua para la región (CAR, 2023).

- Aguas subterráneas: El acuífero de Bogotá, ubicado en la formación Guadalupe, es una fuente de agua potable para la ciudad (EAAB, 2023).
- Quebrada: cómo se puede evidenciar en la imagen el sector de San Luis altos del cabo cuenta con tres afluentes principales (quebradas) las cuales son muy importantes para dicha zona, estas son: Quebrada Morací, Quebrada Sureña y Quebrada Puente Piedra.
- SUELO

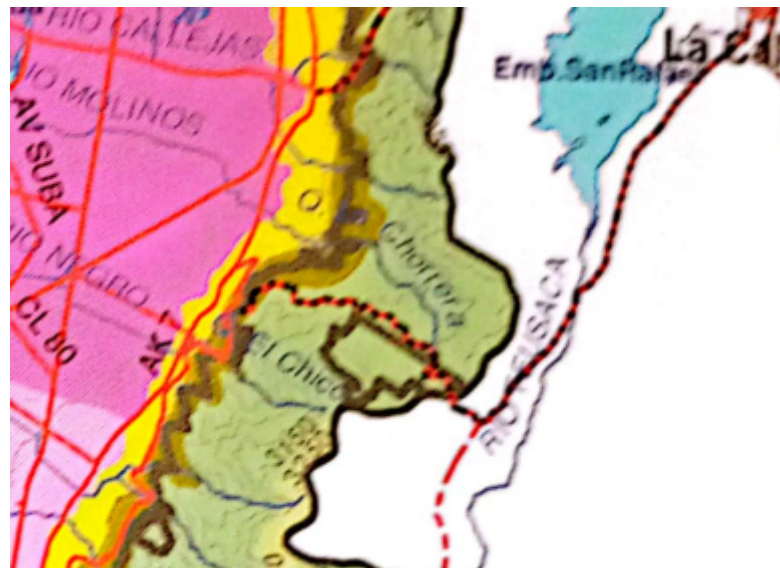


Ilustración 0-15 [Cobertura potencial] En Línea <https://books.google.com.co/books?id=1rk6MwEACAAJ> (2007).

Tomando en cuenta el suelo como recurso natural se hace énfasis ya que la zona de estudio se encuentra dentro de la Formación Guadalupe lo cual nos indica que tenemos suelos como:

- Suelos agrícolas: Los suelos de la zona son aptos para la agricultura, especialmente para el cultivo de papa, trigo, cebada y hortalizas (IGAC, 2019).
- Bosques: Los bosques presentes en la zona, aunque fragmentados, son importantes para la regulación del clima y la protección de la biodiversidad (UAESP, 2023).
- Carbón: Se han encontrado yacimientos de carbón en la zona, pero no se explotan actualmente (INGEOMINAS, 2008).

- Arcilla: La arcilla presente en la zona se utiliza para la fabricación de ladrillos y tejas (Secretaría de Desarrollo Económico, 2020).
- Flora: La flora de la zona está compuesta por una variedad de especies, incluyendo árboles como el roble, el pino y el eucalipto, así como plantas arbustivas y herbáceas (Jardín Botánico de Bogotá, 2023).
- Fauna: La fauna de la zona incluye aves como el colibrí, el gorrión y la tórtola, así como mamíferos como el zorro, la ardilla y el conejo (Instituto Humboldt, 2023).

De igual manera por ser una zona con demasiada diversidad natural, estos mismos se ven afectados por diversas amenazas que se presentan en el sector de San Luis altos del Cabo. Estas amenazas se pueden clasificar en:

- Deforestación: La tala ilegal de árboles presentes en la zona para la obtención de madera y leña está provocando la pérdida de cobertura vegetal.
- Contaminación: La contaminación del agua y del suelo por vertimientos domésticos e industriales es un problema grave en la zona además de que en la actualidad cuentan con un sistema de alcantarillado compartido el cual afecta el recurso hídrico.

El crecimiento descontrolado de la ciudad está poniendo en riesgo los recursos naturales de la zona.

#### ***4. Tectónica de Placa.***

En la zona de estudio no se evidencian sismos de grandes magnitudes. Se observa cierta actividad sísmica principalmente superficial y de magnitudes bajas, de acuerdo con los registros del Servicio Geológico Colombiano (SGC), no se encuentra en una zona tectónicamente activa que experimente procesos significativos relacionados con la tectónica de placas.

Colombia está ubicada en el límite convergente entre las placas de Nazca y la Sudamericana, pero Bogotá no está directamente en la zona de subducción asociada con esta interacción. En consecuencia, la actividad tectónica significativa, como terremotos y formación de montañas, no es una característica destacada de la geología de la región. La descripción de la tectónica de placas en San Luis Altos del Cabo y sus alrededores se caracterizaría por una relativa estabilidad tectónica en comparación con áreas cercanas a límites de placas activos. La geología local puede estar influenciada por procesos geodinámicos pasados, pero el área generalmente no experimenta eventos tectónicos significativos en términos de la tectónica de placas.

#### ***5. Geología Regional y Local:***

##### **- Comparación de Geología Regional y Local**

La geología local de San Luis Altos del Cabo, ubicado en la UPZ 89 de Chapinero, Bogotá, es influida por la configuración geológica general de la región. Aunque la información específica sobre esta área puede requerir estudios geológicos detallados, generalmente, Bogotá se encuentra en la cuenca del Altiplano Cundiboyacense.

La cuenca del Altiplano Cundiboyacense está caracterizada por su geología de origen sedimentario. La presencia de rocas sedimentarias como areniscas, arcillas y lutitas es común en la región. Estos sedimentos se han depositado a lo largo de períodos geológicos y han sido influenciados por eventos tectónicos y climáticos.





*Ilustración 0-16 [Suelos San Luis]. Tomada del [Fuente Propia] ([2024]).*

La topografía de San Luis Altos del Cabo puede mostrar variaciones, y la zona podría presentar pendientes, colinas o laderas, lo que podría influir en la estabilidad del suelo. Además, la presencia de quebradas y ríos locales puede contribuir a la formación de terrazas fluviales y afectar la dinámica del suelo.

Es importante señalar que las condiciones geológicas locales pueden ser cruciales en la evaluación de riesgos geológicos, como deslizamientos de tierra y movimientos en masa. La existencia de estratos geológicos específicos y la composición del suelo son factores clave que pueden influir en la respuesta del terreno a fenómenos naturales y actividades humanas.

## **6. Estudios de Suelos:**

En este capítulo, se analizan los resultados de los ensayos de laboratorio realizados en estudios de suelo cercanos a San Luis Altos del Cabo. Esta información es de vital importancia para conocer las características del suelo y su relación con la amenaza y vulnerabilidad a fenómenos geológicos en la zona. Además se requiere para construir un

modelo geológico preciso que permita evaluar la susceptibilidad a la remoción en masa y demás características propias del terreno.

Debido a la dificultad para obtener estudios de suelo específicos para la zona, se analizaron estudios cercanos disponibles en el Sistema Geológico Nacional por link de descarga única a 60 días con el recurso 302 - 0004 . Estos estudios nos brindan información sobre la composición del suelo, su permeabilidad, resistencia y otras características relevantes para la evaluación de la amenaza y vulnerabilidad.

Para acercarnos a los datos de la zona, el presente estudio se basa en el análisis de dos estudios de suelos realizados por diferentes ingenieros geotecnistas en Bogotá, Colombia. con el objetivo de comparar y contrastar los resultados de ambos para obtener una mejor comprensión de las características geotécnicas a manera de proyección de la zona de estudio, ubicados de la siguiente manera:

- Estudio 1: Transversal 15 #7116, Barrio La Concepción, zona Barrios Unidos (código 0101210051168000) Fernando Vazquez (4.1km)
- Estudio 2: Carrera 4 #53, Zona de Chapinero (código 0101210051118000) Alfredo Muñoz y CIA (5.3km)



## Estudio 1: Transversal 15 #71-16, Barrio La Concepción

### REGISTRO DE PERFORACIONES

Elevación

Obra: Transversal 15 #71-16 Perforación No. 1










Perfil Estratigráfico	Escola mts.	Tub. rev. $\varnothing 2\frac{1}{2}$ " No. de golpes				DESCRIPCION
			No.	Prof. mts.	No. golpes	
				0.05		Baldosa
				0.55		Receo
				0.90		Limo orgánico negro
				1.00		Limo arcilloso grisáceo
				1.20		Nivel freático final 
				1.60		Arcilla gris verdosa, consistencia blanda, plasticidad baja R.P.R.=0.25 y 0.1 Nivel freático. 
				1.70-210		Shelby R.P.I.=0.75 y 0.1
				2.00		Arcilla gris verdosa con oxidaciones R.P.R.=0.1
				3.60-400		Shelby R.P.I.=0.25
				4.70		Limo orgánico carmelito, consistencia muy blanda.

Ilustración 0-17 [Estudio 1: Transversal 15 #71-16, Barrio La Concepción]. Tomada del [código 0101210051168000] (2024).

- Perfil de suelo: S-3
- Capacidad portante: 4.53 t/m<sup>2</sup>
- Asentamientos esperados: 6-7 cm
- Nivel freático: -1 m

Características geotécnicas:

- Arcillas gris-verdosas, blandas, hasta 2 m
- Limos orgánicos caramelitos, muy blandos, 4.7-5 m

El suelo en el sitio del estudio 1 está compuesto por una capa superficial de baldosa y recebo, seguida de limos, arcillas y limos orgánicos. La capa de arcilla gris verdosa (Capa 5) presenta una consistencia blanda y una baja plasticidad. El nivel freático final se encuentra a una profundidad de 1 metro. La capa de limo orgánico carmelito (Capa 11) presenta una consistencia muy blanda.

ENSAYOS DE CLASIFICACION

Límites de Atterberg

PROF. M	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE PLASTICO
1.10-1.50	56.2	30.1	26.1
1.70-2.10	74.3	46.6	27.7
2.60-3.00	104.0	65.2	38.8
3.60-4.00	181.0	75.7	105.3

*Ilustración 0-18* [Estudio 1: Transversal 15 #71-16, Barrio La Concepción]. Tomada del [código 0101210051168000] ([2024]).

**Estudio 2: Carrera 4 #53, Chapinero**

REGISTRO DE PERFORACION No s - 2 Figura 3

INICIADA Marzo 1/89		PROYECTO Calle 53 # 4A-49												
TERMINADA Marzo 1/89		CLIENTE												
HOJA 1 DE 2		LOCALIZACION												
Profundidad Metros	Muestra N°	Elevación Muestra	Tipo de Muestra	DESCRIPCION DEL MATERIAL	Ensayo de Penetración	Standard - Golpes/Pie	Penetrómetro de Bolsillo, KG/cm <sup>2</sup>	Velata de Torsión, KG/cm <sup>2</sup>	Comp. Inconfinada KG /cm <sup>2</sup>					
									1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	
				ELEVACION DE LA SUPERFICIE					Velata de Torsión KG /cm <sup>2</sup>					
									0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	
									10	20	30	40	50	
				CAPA Vegetal										
				RELLENO: Arcilla limosa carmelita, con algo de fragmentos de ladrillo.										
1	1		TS				1.7							
2	2		SS	ARCILLA limosa carmelita. Vetas grises, moradas y oxidadas. Rastros de raices, arena y mica.		$\frac{2}{6''}$ $\frac{2}{6''}$ $\frac{2}{6''}$	0.7							
				Consistencia muy compacta a firme.										
3	3		TS				1.0							
4	4		SS	ARCILLA gris clara. Vetas carmelitas. Rastros de arena y mica.		$\frac{2}{6''}$ $\frac{2}{6''}$ $\frac{2}{6''}$	0.5							

Ilustración 0-19 [Estudio 2: Carrera 4 #53, Chapinero].  
Tomada del [código 0101210051168000] ([2024]).

- Capacidad portante: 5 kg/cm<sup>2</sup>
- Asentamientos: Aceptables
- Nivel freático: -4 m

Características geotécnicas:

- Arcillas limosas grises, betas moradas, rastros de arena, duras

El suelo en el sitio del estudio 2 está compuesto por una capa superficial de relleno, seguida de arcillas y limos arenosos. La capa de arcilla gris con vetas moradas y rastros de arena (Capa 2) es la más resistente y presenta una consistencia dura. El nivel freático se encuentra a una profundidad de 4 metros.

DATOS PARA DECRETO DEL DISTRITO ESPECIAL

Capacidad portante:	4.53 Ton/m <sup>2</sup>
Tipo de cimentación:	Placa Aligerada Rigida y Flotante.
Profundidad:	-2.00 metros
Con relación a:	Nivel actual
Estrato de fundación:	MH-OH
Asentamientos esperados:	6 a 7 centímetros
Ensayos de laboratorio:	W, LL, LP, IP, qu, $\gamma_d$ , $\gamma_h$ .
Nivel freático:	-1.00 metro
Peso unitario húmedo:	1.599 Ton/m <sup>3</sup>
Ka:	1.0
Número de hojas del estudio:	22

*Ilustración 0-20 [Estudio 2: Carrera 4 #53, Chapinero].  
Tomada del [código 0101210051168000] ([2024]).*

Los estudios tomados como referencias sobre zonas aledañas de San Luis Altos del Cabo, ubicada en el kilómetro 5 de la vía a La Calera, en Bogotá, Colombia, han revelado características particulares del suelo en esta área. Ambos estudios coinciden en varios aspectos fundamentales:

- Capa Superficial de Relleno o Material Antrópico: Ambos informes indican la presencia de una capa superficial de relleno o material antrópico.
- Composición del suelo: Se ha identificado la presencia de arcillas, limos y arenas en diferentes estratos del suelo.

- Nivel Freático: Se ha determinado que el nivel freático se encuentra a una profundidad relativamente superficial, oscilando entre 1 y 4 metros bajo la superficie del suelo.

Sin embargo, se encuentran algunos datos que no corresponden en similitud sobre sus suelos:

- Estudio 1: Este estudio destaca la presencia de una capa de limo orgánico negro (Capa 3), la cual no ha sido identificada en el Estudio 2.
- Estudio 2: menciona la existencia de una capa de arena limosa gris con grava fina (Capa 4), característica que no se observa en el Estudio 1.
- El Estudio 2 proporciona información detallada sobre la consistencia y plasticidad de las diferentes capas del suelo, mientras que el Estudio 1 no incluye este detalle.

### **Software de modelación Hidraulica**

El software de modelación se utiliza para simular y analizar diferentes fenómenos y procesos en diversos campos, como la ingeniería, la hidrología, la meteorología, la física, entre otros. Estas herramientas permiten crear modelos matemáticos y computacionales que representan de manera virtual el comportamiento de sistemas complejos. El software de modelación se utiliza para:

- Predecir y simular el comportamiento de sistemas físicos y naturales.
- Analizar y optimizar diseños de ingeniería.
- Evaluar el impacto de diferentes escenarios y tomar decisiones informadas.
- Estudiar y comprender fenómenos complejos que no pueden ser analizados directamente en el mundo real.
- Realizar experimentos virtuales para reducir costos y riesgos asociados a pruebas en el mundo real.
- Realizar pronósticos y predicciones en base a datos históricos y condiciones actuales.

- El software de modelación puede ser utilizado para simular el flujo de agua en ríos y cuencas hidrográficas, predecir el comportamiento de estructuras como puentes y edificios, analizar el impacto ambiental de proyectos, simular el clima y el cambio climático, entre muchas otras aplicaciones.

### ***Software IBER***

El software IBER es una herramienta valiosa para el análisis del riesgo de inundaciones en la zona de San Luis Altos del Cabo. Puede ser utilizado para evaluar el impacto de las obras de control de inundaciones, identificar áreas vulnerables a inundaciones y desarrollar estrategias para mitigar el riesgo de inundaciones, en el caso de estudio se utilizará con el fin de:

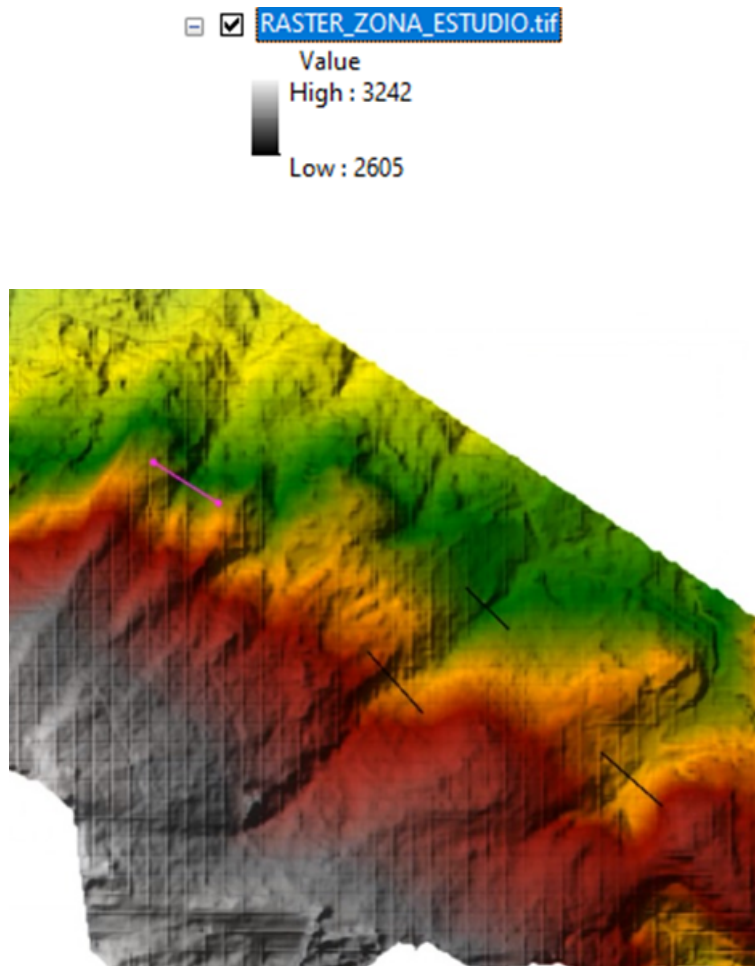
1. Obtener datos de calidad: Los datos utilizados para el modelado deben ser de calidad para que los resultados sean confiables. Los datos necesarios incluyen la topografía de la zona, la vegetación, las obras de control y las condiciones climáticas.
2. Realizar un análisis preliminar: Antes de comenzar el modelado, es importante realizar un análisis preliminar para identificar los parámetros y condiciones que pueden tener un impacto significativo en los resultados.
3. Validar los resultados: Los resultados del modelado deben ser validados con datos de campo para verificar su confiabilidad.

### **Modelo Iber**

Con la finalidad de evaluar el impacto de distintos escenarios hidrológicos, como las variaciones de caudal que se puedan presentar en la zona, cambios en la topografía del terreno, con esto facilitamos el proceso de identificar los puntos de riesgo frente a los fenómenos extremos y cambios climáticos. En el siguiente apartado, se muestra el proceso

realizado para el modelamiento desarrollado para simular los procesos hidráulicos y geomorfológicos de la zona de estudio,

1. Se importa el modelo digital del terreno (DEM)



*Ilustración 0-1 [Figura 32 [Ráster Zona de estudio]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).*

2. Se realiza la transformación del modelo de terreno, en un modelo ASI y Se exporta en modelo en Iber y una imagen de fondo para mostrar los resultados.

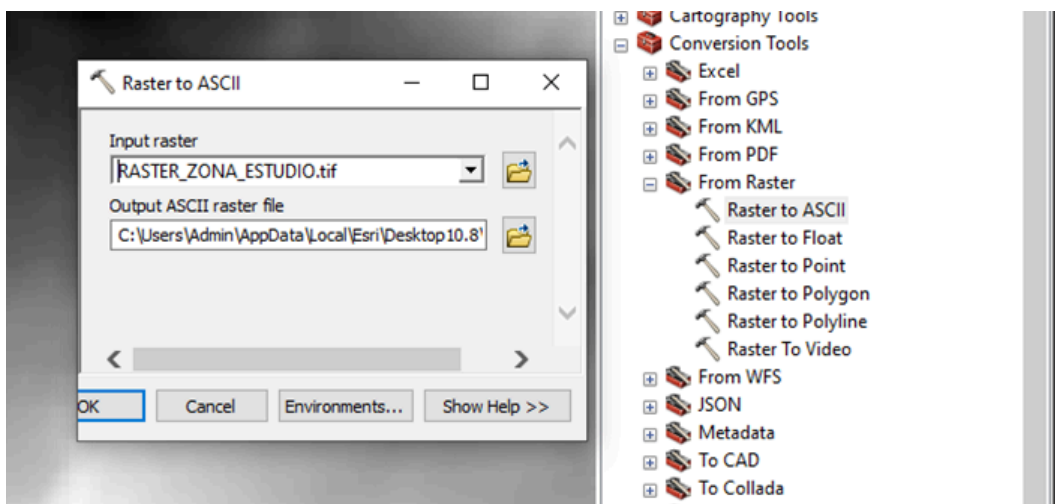
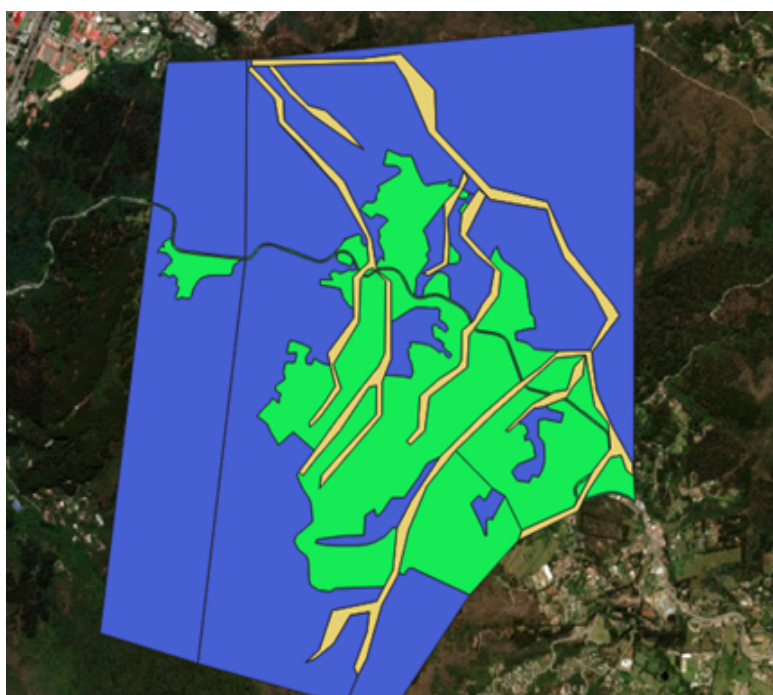


Ilustración 0-2 Figura 33 [Modelo ASI]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).

### 3. Definición del área de estudio:

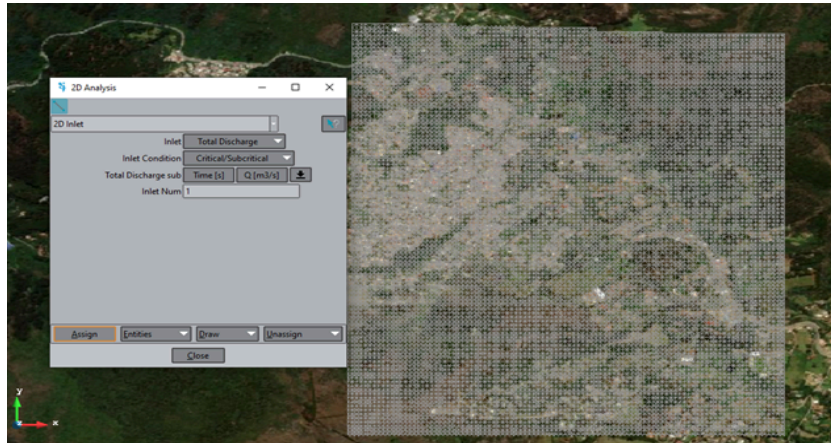
Se establecen los límites geográficos y las características físicas relevantes, como los cuerpos de aguas existentes, cuencas hidrográficas y zonas urbanas, para delimitar el área de estudio en Iber, como se muestra en la siguiente imagen.





*Ilustración 0-3 [Delimitación de las áreas de estudio]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).*

4. Generación de la Malla: Se genera una red triangular, la cual tiene la finalidad de realizar la simulación numérica de los flujos hidráulicos que se presentan en la Zona de Estudio, para luego ingresar las condiciones hidrométricas.



*Ilustración 0-4 [Generación de Malla triangular]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).*

5. Selección de parámetros para la configuración del modelo: Se establecen los parámetros hidráulicos ya calculados de la zona de estudio, tales como la rugosidad, coeficientes de fricción y coeficientes de almacenamiento, el cual establecemos en el modelo en Iber, adaptando los parámetros de acuerdo con las características hidrológicas y geomorfológicas del área de investigación

Información de salida para 'current' Sun Mar 31 16:03:52

INICIAL VOLUME: 99.98 m3

Simulation time	Time step	Time	Qin	Qout
0.000	1.00000	15:04:20:60	0.000	0.000
20.000	1.00000	15:04:21:81	2.150	0.000
40.000	1.00000	15:04:22:71	2.150	0.000
60.000	1.00000	15:04:23:53	2.150	0.000
80.000	1.00000	15:04:24:41	2.150	0.000
100.000	1.00000	15:04:25:22	2.150	0.000
120.000	1.00000	15:04:26:11	2.150	0.000
140.000	1.00000	15:04:26:94	2.150	0.000
160.000	1.00000	15:04:27:80	2.150	0.000
180.000	1.00000	15:04:28:80	2.150	0.000
200.000	1.00000	15:04:29:64	2.150	0.000
220.000	1.00000	15:04:31:04	2.150	0.000
240.000	1.00000	15:04:32:42	2.150	0.000
260.000	1.00000	15:04:33:61	2.150	0.000
280.000	1.00000	15:04:34:97	2.150	0.000
300.000	1.00000	15:04:35:96	2.150	0.000
320.000	1.00000	15:04:36:85	2.150	0.000

COMPUTATION FINISHED SUCCESSFULLY!

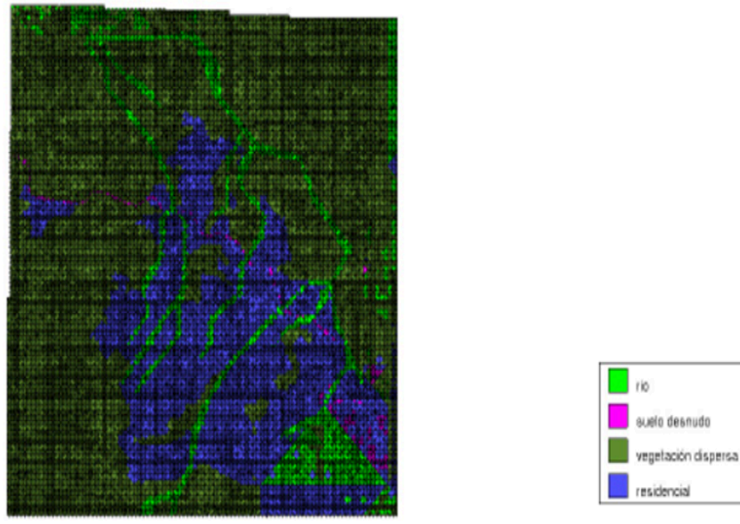
31:03:2024  
15:04:36

Cerrar

*Ilustración 0-5* [Generación de Malla triangular]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).

Una vez establecidos los puntos de entrada y salida de los cauces principales, la simulación se realiza con un tiempo de estudio de 300 segundos (5 minutos), con datos de caudal de entrada constantes establecidos en 2.15 unidades, y se está evaluando la respuesta hidráulica en intervalos de 20 segundos. Los resultados muestran que el caudal de salida, representado como "quote", es cero en todos los intervalos de tiempo. Esto sugiere que, dentro del período de estudio de 300 segundos, el agua no logra llegar al final del sistema fluvial. En otras palabras, la información obtenida indica que el caudal no alcanza a propagarse hasta el punto de salida dentro del tiempo especificado para la simulación.

Esta situación plantea la necesidad de ajustar el modelo o los parámetros utilizados en la simulación para reflejar con mayor exactitud las condiciones hidrológicas reales del sistema estudiado.



*Ilustración 0-6 [Modelo de Superficie]. Tomada del modelo Iber [Fuente Propia] ([2024]).*

Los distintos tonos en el mapa representan los diversos tipos de usos de suelo.

Los usos de suelo se clasifican de la siguiente manera:

- Suelo desnudo: Se refiere a áreas pavimentadas o asfaltadas que carecen de vegetación.
- Vegetación dispersa: Es la vegetación que se encuentra distribuida de manera uniforme.
- Área residencial: Corresponde a las zonas ocupadas por viviendas.
- Cuerpos de agua: En este caso, se refiere a las quebradas y afluentes concertantes.

Se puede apreciar que la mayor parte del área está cubierta por vegetación dispersa. Existen algunas áreas de suelo desnudo, principalmente en las zonas urbanas. También se encuentran algunas áreas residenciales, principalmente en el

centro de la ciudad. Además, se destacan algunos cuerpos de agua importantes donde desembocan las quebradas estudiadas.

### Registro fotográfico:



*Ilustración 0-1 [San Luis altos del cabo Zona Norte]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*





*Ilustración 0-2 [San Luis altos del cabo Zona Norte]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*



*Ilustración 0-3 [San Luis altos del cabo Zona Norte]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*





*Ilustración 0-4 [San Luis Altos del Cabo Zona de estudio Hidrológica, Canal de descarga quebradas]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*



*Ilustración 0-5 [Canal de descarga quebradas (perpendicular Via Bogotá-calera). Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*





*Ilustración 0-6 [Estructuras de alcantarillado existentes (Vía Bogotá-calera)]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*



*Ilustración 0-7 [Estratigrafía a simple vista (vía calera-bogotá) (Vía Bogotá-calera)]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*





*Ilustración 0-8 [Estratigrafía a simple vista (vía calera-bogotá)]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*



*Ilustración 0-9 [Estratigrafía a simple vista (vía calera-Bogotá)]. Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*





*Ilustración 0-10 [Zona de estudio 8 meses después del evento noviembre 2022)] Tomada [Fuente Propia] ([2024]).*

### **Encuestas de Caracterización General BARRIO SAN LUIS**

Por varias razones fundamentales, la realización de encuestas que analizan la vulnerabilidad y las amenazas de riesgos naturales en una comunidad es crucial. En primer lugar, estas encuestas ayudan a brindar una comprensión profunda de los riesgos naturales específicos que enfrenta una zona, lo que permite a las autoridades y a la comunidad en general estar mejor preparados para hacer frente a posibles desastres. Estas encuestas también pueden identificar y fortalecer los siguientes puntos:

- Identificación de vulnerabilidades en una zona determinada
- Evaluación de las amenazas de riesgos naturales
- Comprender la percepción de la comunidad frente a los riesgos
- Generar una base para el diseño de cuestionarios adecuados

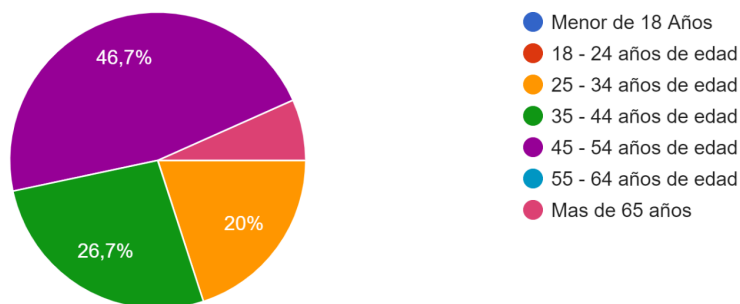
- Selección de la muestra representativa de la comunidad
- Recopilación y análisis de los datos obtenidos
- Resultados y conclusiones de las encuestas
- Análisis de la vulnerabilidad y amenazas de riesgos naturales identificados
- Identificación de áreas de mayor riesgo en la zona
- Evaluación de la percepción de la comunidad frente a los riesgos
- Medidas de mitigación y prevención basadas en los resultados de las encuestas
- Desarrollo de planes de acción para reducir la vulnerabilidad
- Implementación de medidas de prevención y mitigación de riesgos
- Educación y concientización de la comunidad sobre los riesgos naturales

Los hallazgos de la encuesta realizada para evaluar las vulnerabilidades y amenazas de riesgos naturales en nuestra comunidad han proporcionado una comprensión clara de las dificultades que enfrentamos. A través de una recopilación y análisis de datos, hemos podido identificar los riesgos naturales particulares que más preocupan a los residentes, así como las percepciones y medidas de preparación existentes en la comunidad.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta realizada a un pequeño grupo de habitantes del barrio San Luis:

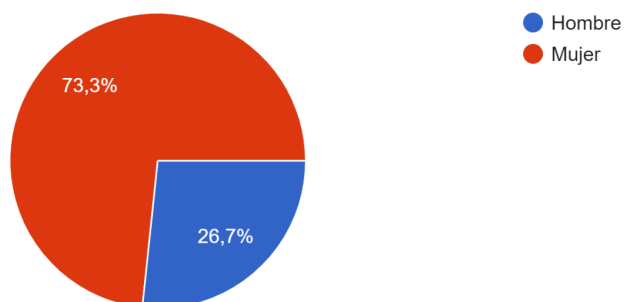
¿Cuántos años tienes?

15 respuestas



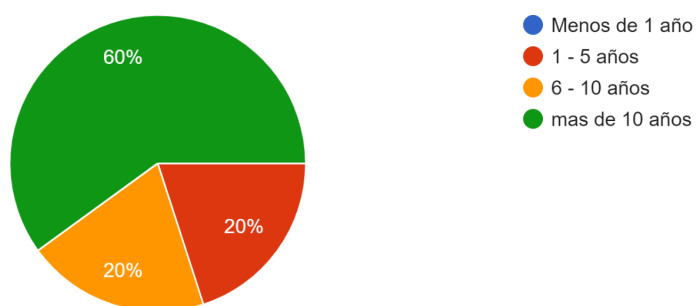
## Genero

15 respuestas



## Tiempo de residencia en la Zona

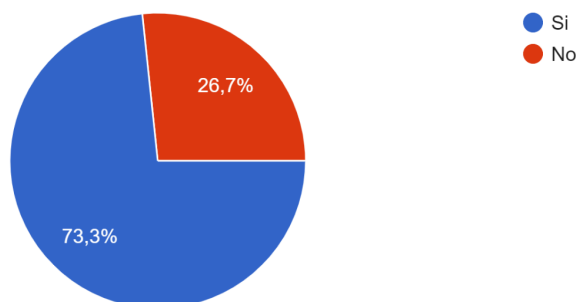
15 respuestas



El 73,3 % de la población entrevistada son mujeres, con un gran porcentaje de más de 10 años de residencia en la zona, eso demuestra que estas personas han vivido y experimentado varios de los sucesos que se han presentado en el territorio de estudio.

## ¿Está al tanto de los posibles desastres naturales que podrían ocurrir en la zona?

15 respuestas



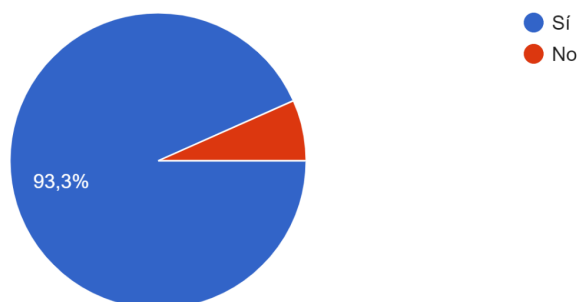
Dentro de la comunidad, se mencionan los siguientes posibles escenarios de riesgo dentro de la zona de estudio:

<i>Desbordamiento de las quebradas Morací y puente piedra por ola invernal</i>
<i>Sequías</i>
<i>Deslizamientos de tierra, veranos, desbordamiento de quebradas</i>
<i>Deslizamientos de terrenos en laderas o cercano a quebradas, avalanchas, inundaciones, incendios forestales</i>
<i>Vendavales, derrumbes, terremotos</i>
<i>Desbordamientos</i>
<i>Inundaciones</i>
<i>Incendios, inundaciones y desbordamientos</i>
<i>Lloviznas fuertes</i>
<i>Desbordamientos cerca de las viviendas causando muertes en la comunidad</i>
<i>Lluvias intensas que forman inundaciones por la quebrada</i>
<i>Incendios e inundaciones</i>

Dentro de las experiencias vividas de los habitantes entrevistados, hay un factor común de los escenarios de riesgo presentes en la comunidad, y es que la mayoría coincide en que a lo largo de los años, se han presentado inundaciones, desbordamientos e incendios que han provocado daños a sus hogares.

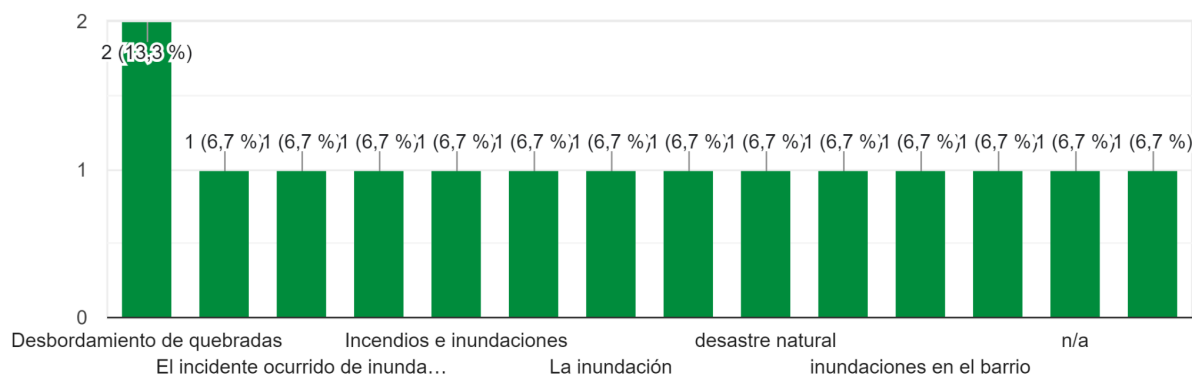
¿Ha experimentado alguna vez un desastre natural en la zona?

15 respuestas



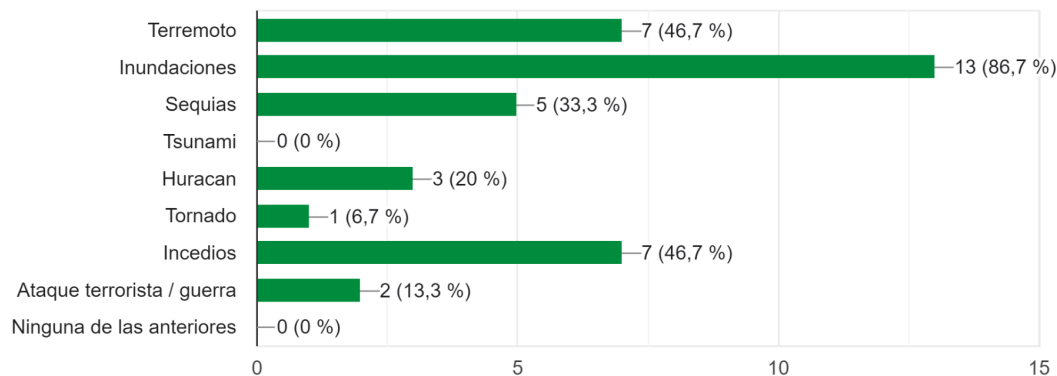
En caso afirmativo, ¿podría mencionar algunos de ellos?

15 respuestas



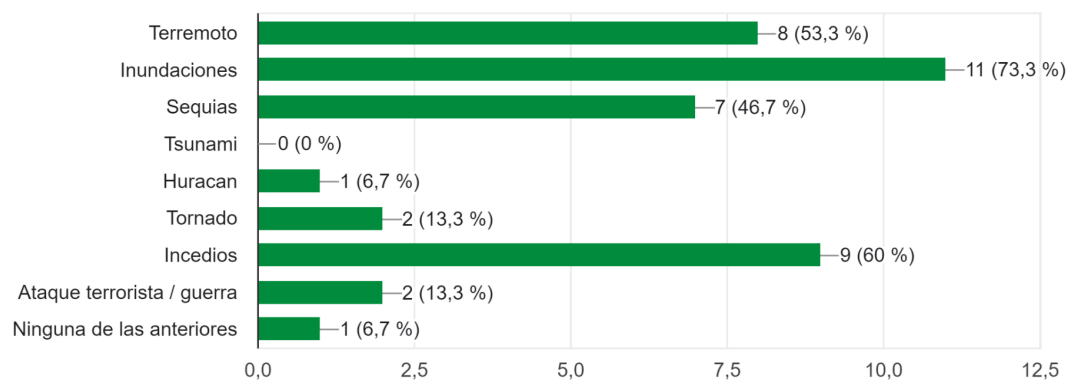
¿Cuál es la probabilidad de que los siguientes desastres afecten el área donde vive? ( por favor marque todas las opciones que tenga a su consideración de ocurrencia )

15 respuestas



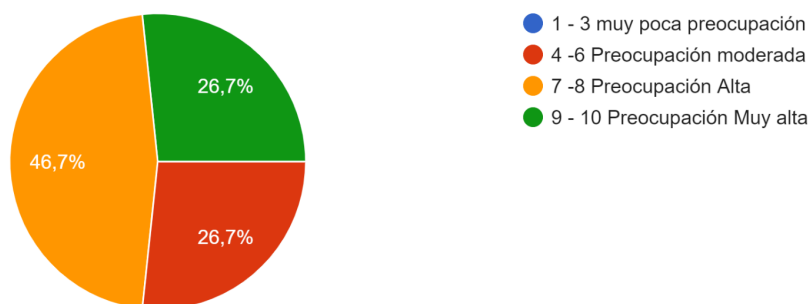
¿Cuáles de los siguientes desastres naturales le preocupan más? (por favor marque todas las opciones que tenga a su consideración de ocurrencia)

15 respuestas



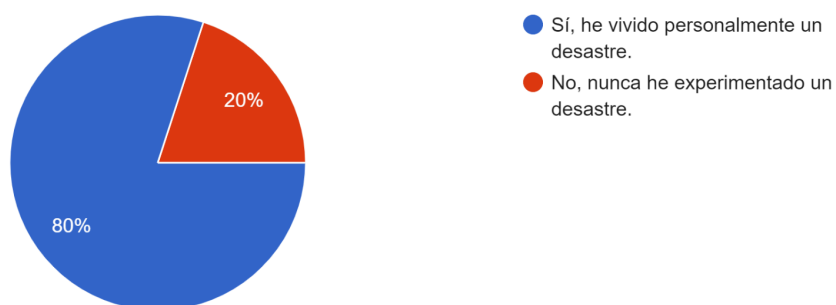
¿Cómo calificaría su nivel de preocupación respecto a la posibilidad de un desastre natural en la zona?

15 respuestas



¿ Ha experimentado alguna vez un desastre natural en la zona?

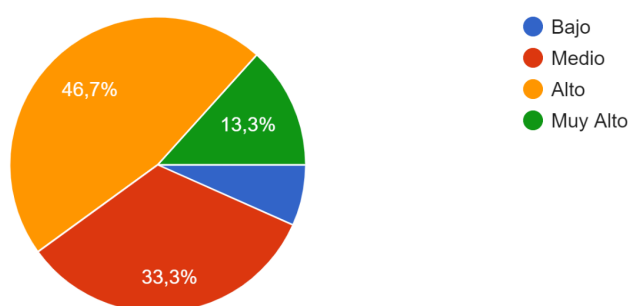
15 respuestas



Los residentes del Sector San Luis Altos del Cabo, han sufrido significativamente las consecuencias de las inundaciones, desbordamientos e incendios en el bosque. Estos sucesos naturales han causado pérdidas emocionales y psicológicas significativas en la comunidad, además de pérdidas materiales importantes como la destrucción de viviendas y cultivos.

En caso afirmativo, ¿podría calificar su nivel de afectación por la ocurrencia del evento?

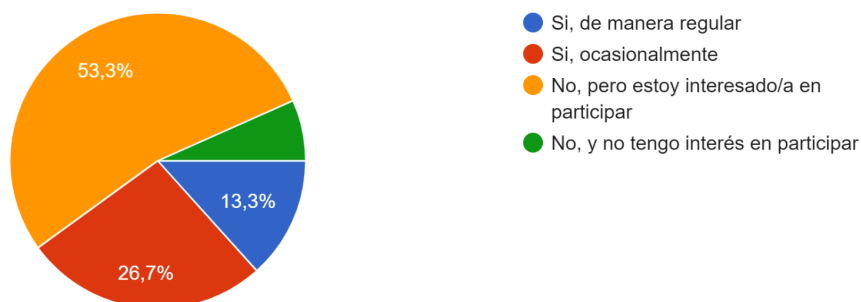
15 respuestas



La repetición de estos desastres ha creado un ambiente de incertidumbre y vulnerabilidad en el que la población está constantemente en peligro de perder sus medios de vida y, en ocasiones, incluso sus hogares. Es necesario implementar medidas adecuadas de mitigación y prevención en este contexto, así como planes de apoyo y reconstrucción.

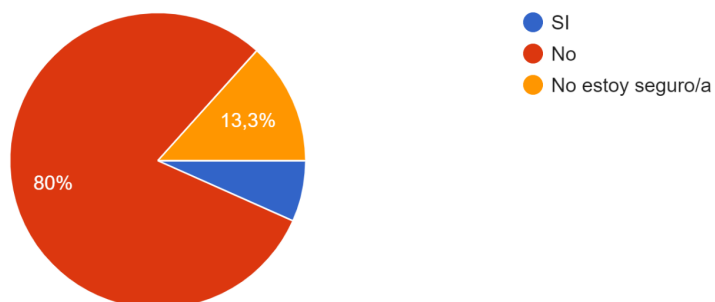
¿Ha participado en actividades de preparación para desastres?

15 respuestas



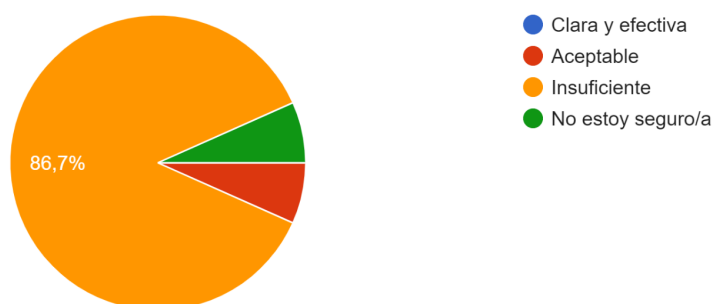
¿Considera que la comunidad está bien informada y preparada para enfrentar posibles desastres naturales?

15 respuestas



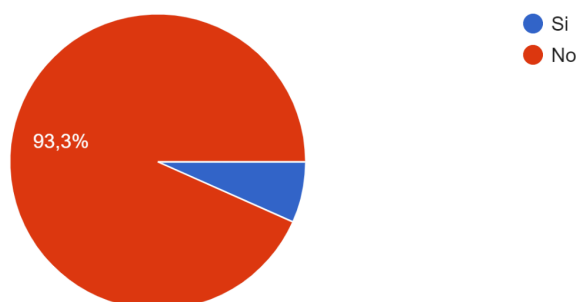
¿Cómo percibe la comunicación de las autoridades locales sobre posibles desastres naturales?

15 respuestas



¿Cree que la comunidad tiene acceso suficiente a recursos de emergencia en caso de un desastre?

15 respuestas

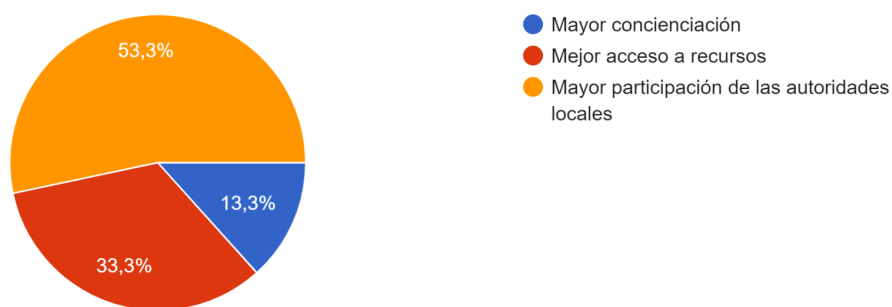




Es necesaria la intervención del gobierno para implementar medidas de mitigación, prevención y respuesta apropiadas, así como para brindar el apoyo y los recursos necesarios para la reconstrucción y la adaptación frente a los riesgos naturales.

¿Cómo podría mejorar la participación de la comunidad en actividades de prevención y respuesta a desastres?

15 respuestas



La intervención efectiva de las autoridades es esencial para garantizar la seguridad y el crecimiento sostenible de la comunidad en el Sector San Luis Altos del Cabo.