

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRICOLA

TÍTULO

CARACTERIZACIÓN A LA VULNERABILIDAD A DESATRES
NATURALES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO GATUNCILLO-
PROVINCIA DE COLÓN A TRAVES DEL SISTEMA DE
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y TELEDETECCIÓN

POR:

YASELY MARTÍNEZ

8-894-463

PANAMÁ, REPUBLICA DE PANAMÁ

-2018-

“CARACTERIZACIÓN A LA VULNERABILIDAD A DESATRES NATURALES EN LA SUBCUENCA DEL RÍO GATUNCILLO-PROVINCIA DE COLÓN A TRAVES DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y TELEDETECCIÓN”

TESIS

SOMETIDA PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERIA EN
MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE.

PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

APROBADA:

<hr/>	
DR. CARLOS HIM	DIRECTOR
<hr/>	
LORUDES RUBATINO	COMITÉ
<hr/>	
JESÚS VÁSQUEZ	COMITÉ

PANAMÁ, REPUBLICA DE PANAMÁ

2018

AGRADECIMIENTO

En primera instancia quiero dar gracias a dios por haberme permitido cumplir esta meta de lograr mi tesis de grado. Quiero también agradecer a mis tutores de tesis el Dr. Carlos Him y al Dr. Alexis Baules por asesorarme durante toda esta etapa de desarrollo de tesis. Por brindarme sus conocimientos, a la institución del CIHH de la universidad tecnológica ya que a través del proyecto de la SENACYT otorgado al Dr. Alexis Baules pude desarrollar toda mi tesis en una de las tres cuencas estudiadas por el Dr. Alexis Baules.

También agradecer al personal del CIHH al sr. Daniel Nieto por ayudarme y brindarme su conocimiento en diversas ocasiones.

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicado a mi familia especialmente a mis padres Narcisa Flores y Ezequiel Martínez quienes me han dado la oportunidad de tener una carrera. Aunque he pasado momentos difíciles nunca me abandonaron me brindaron su amor, cariño y comprensión para seguir adelante.

Pero muy en especial a mi amado hijo Jeicob López quien es mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi hermana Eva Martínez que a pesar de peleas siempre estuvo apoyándome en este proceso dándome esas palabras de aliento de seguir y no desistir para que cumpliera mi meta y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros y amigos presentes y pasados que sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas junto a mí. Y a todas aquellas personas que por cinco años estuvieron conmigo apoyándome y lograra que este sueño se haga realidad.

Gracias a todos

RESUMEN

La degradación de los suelos se acentúa en presencia de riesgos ambientales, producto de la conjunción de un fenómeno natural extremo y de acciones antrópicas, dentro de un espacio y tiempo determinado. El objetivo del estudio fue zonificar la vulnerabilidad ambiental en cuencas hidrográficas mediante uso de SIG.

El área de estudio fue la Subcuenca del Río Gatuncillo, en la provincia de Colón, Panamá. El modelo cartográfico se conformó por mapas cuyo procesamiento representó cada uno de los factores condicionantes y activadores, basándose en la asignación de códigos numéricos enteros a las categorías de cada una de las capas temáticas, las cuales se conjugaron a fin de obtener un único valor.

La metodología utilizada fue de carácter cualitativo y aditivo. En la cual destacaron la determinación de la textura por medio del método de bouyoucos, la densidad aparente determinada por el método de anillo volumétrico, los límites de Atterberg en el cual determinamos límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad y elaboración de mapas por el programa ARCGIS. A partir de la combinación de factores condicionantes se zonificó la susceptibilidad ambiental. Los resultados alcanzados permitieron obtener una base de datos cartográfica para la zonificación de la vulnerabilidad ambiental.

INDICE

1. Introducción.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Antecedentes	5
1.3. Justificación.....	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. Generales	8
1.4.2. Especifico.....	8
1.5. Hipótesis.....	9
1.6. Alcance y Limitaciones del Estudio.....	9
2. Revisión de literatura.....	11
Riesgos Naturales y el Uso de la Teledetección	19
Características de las Técnicas de Teledetección.....	21
Estudio de la Teledetección en los Riesgos Naturales	24
Drones	25
Definición SIG	27
Definición de concepto de algunas palabras claves	31
Peligro.....	31
Vulnerabilidad y capacidad	32

Riesgo	33
Revisión de estudios y noticias generados entornos a esta Subcuenca de estudios	33
Plan de acción inmediata en la Subcuenca del río Gatuncillo por CICH (comisión interinstitucional de la cuenca hidrográfica del canal de panamá)	34
Análisis de algunos componentes de la gestión del recurso hídrico en la subcuenca del río Gatuncillo, cuenca del Canal de Panamá por DANIEL ALEXANDER SEGURA RAMOS... CATIE (centro agronómico tropical de investigación y enseñanza).....	35
Diagnóstico socio ambiental de la subcuenca del río Gatuncillo en marco del proyecto Manejo integral de cuenca y modelación de la calidad del agua de la subcuenca del río Gatuncillo por la autoridad del canal ACP división de manejo de cuencas.	37
Aplicación de métodos indirectos para el análisis de susceptibilidad de deslizamiento en la subcuenca del río Gatuncillo, Panamá	39
Informe Preparado para la Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos.	40
Mejoramiento de la Infraestructura Sanitaria de la Actividad Porcina a Nivel Comercial, en la Subcuenca del Río Gatuncillo	40
Proyecto Silvopastoril Subcuenca del Río Gatuncillo Propuesta Perfil Técnico Informe Preparado para la Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos	42
Publicaciones de Medios de Comunicación	44
Lluvias provocan desbordamiento de ríos y quebradas en Colón (octubre 2016).....	44

Reportan inundaciones y deslizamientos de tierra en Panamá y Colón	45
Lluvias causan afectaciones en Colón, Panamá Este y Chitré	46
150 familias afectadas en la provincia de Colón por Otto.....	47
Unos 12 colegios en Colón afectados por tormenta tropical Otto	48
Cientos de casas afectadas por inundaciones en Colón.....	49
Anegaciones y deslaves de tierra en colon 17 de octubre de 2016.....	50
Visita a las instituciones de Etesa y contraloría	51
Censo 2010	51
Precipitación Anual por Etesa de las diversas Estaciones Meteorológicas	53
Materiales y Métodos.....	54
Localización	54
2.1. Materiales para la Determinación de textura.....	54
2.2. Metodología para el análisis granulométrico del suelo.....	55
3.1. Materiales Determinación de densidad aparente.....	58
3.2. Metodología para la determinación de densidad aparente	58
3.1. Materiales y métodos para Determinación de análisis de fertilidad.....	60
3.1. Determinación de PH.	60
3.1. 1. Determinación de los macros y micro-nutrientes.....	61
3.1.2. Determinación de materia orgánica.....	62
3.1. Materiales y método para la Determinación de los límites de Atterberg.....	63

3.1.1.	Métodología para la Determinación del límite líquido.....	63
3.1.2.	Metodología para la Determinación del límite plástico.....	64
3.1.	Metodología y materiales para la Elaboración de mapas.....	65
2.2.1.	Parámetros a Evaluar	67
3.	Resultados y Discusión.....	66
	Análisis granulométrico	67
	Densidad aparente	68
	Límites de Atterberg.....	69
	Fertilidad de los suelos	71
	Elaboración de Mapas	72
	Mapa N° 1. Pendiente de terreno de la Subcuenca del rio Gatuncillo	73
	Mapa 2. Red hidrográfica de la subcuenca del rio Gatuncillo	75
	Mapa N°3. Lugares poblados y vías de acceso de la subcuenca del rio Gatuncillo	77
	MapaN°4. Vegetación en la Subcuenca del rio Gatuncillo.....	78
	Mapa N°5. Sitios de muestreo de suelos en la Subcuenca del rio Gatuncillo.....	80
	Mapa N°6. Isoyetas de la Subcuenca del Rio Gatuncillo.....	81
	Mapa N°7. Cobertura boscosa y pendiente	83
	Mapa N°8. Integración de todas las Coberturas evaluadas para determinar la Vulnerabilidad a Desastres Naturales.	85
	Consulta a las comunidades sobre deslizamientos e inundaciones	87

4. Conclusiones.....	88
5. Recomendaciones	89
6. Referencia Bibliográfica.....	90

1. Introducción

Las amenazas naturales, al igual que los recursos naturales, forman parte de nuestro sistema natural, pero pueden ser considerados como recursos negativos. Los eventos naturales forman parte de los "problemas del medio ambiente" que tanto atraen la atención pública, alterando los ecosistemas e intensifican su degradación, lo cual reflejan el daño causado por la acción antropogénica a su medio ambiente y pueden afectar a grandes grupos humanos.

Aunque la mayoría de las publicaciones sobre desastres naturales contienen una crónica de muerte y destrucción, casi nunca incluyen un relato similar sobre los daños evitados. Sin embargo, los efectos de los desastres naturales pueden ser reducidos en gran parte si se toman precauciones para reducir la vulnerabilidad.

Los desastres naturales generan una gran demanda de capital para reemplazar lo que ha sido destruido y dañado. Las personas que trabajan en el campo de desarrollo deben interesarse en este asunto ya que representa, dentro de todos los aspectos de medio ambiente, la situación más manejable: los riesgos pueden ser identificados rápidamente, si se dispone de medidas de mitigación y los beneficios al reducir la vulnerabilidad son altos en comparación a los costos que puede generar el desastre ocasionado ya sea por la naturaleza o por acción antropogénica

Esta investigación a través de la caracterización de la vulnerabilidad a desastres naturales de la Subcuenca del Río Gatuncillo generar esas recomendaciones tanto para la comunidad como para las autoridades del lugar y así saber cómo manejarse frente a la situación de desastres naturales que se puedan presentarse y evitar tantas pérdidas humanas como materiales. Estas recomendaciones viene siendo más bien algunas medidas de mitigación para la Subcuenca.

Toda Cuenca, Subcuenca y Microcuenca esta propensa a ser afectada, si no es manejada de manera adecuada, toda cuenca puede presentar riesgo por desastres naturales como son las inundaciones, deslizamientos y crecidas de ríos o quebradas; estos desastres pueden ser causados por diversos factores como lo son las fuertes lluvias, **los volúmenes de escorrentía Superficial, la vulnerabilidad de los suelos**, la contaminación del lugar por arrojar basuras cerca de los ríos, generando pérdidas humanas como materiales.

A través del uso **de evaluaciones conocidas** y nuevas tecnologías como es la Teledetección y Sistema de Información Geográfica (SIG) es posible caracterizar y describir con detalle las condiciones generales de una cuenca y su vulnerabilidad a desastres naturales.

Se generó información vital relacionada con el estado de salud ambiental de esta cuenca y los niveles de vulnerabilidad de diferentes microcuencas de la misma, lo cual contribuirá a evitar pérdidas humanas y materiales, así como a planificar mejor los procesos productivos y de desarrollo rural en estas áreas

1.1. Planteamiento del Problema

El problema a investigado es la caracterización y vulnerabilidad que presenta la subcuenca del río Gatuncillo a través de metodología adecuada que nos puedas ayudar a determinar principalmente la vulnerabilidad que tiene la subcuenca a desastres naturales de orden hidroedáfico e hidrometereológico, involucrando a la población y las instituciones responsables del tema.

Ante las constantes amenazas de impacto de desastres en la región centroamericana y el aumento de riesgos en los últimos años, los procesos de reducción de desastres y prevención han requerido de una promoción de compromisos fortalecidos e inversiones aumentadas.

Se enmarca dentro de las líneas prioritarias del gobierno, las cuales desean generar soluciones que se transforme en beneficios visibles para contribuir a solucionar los problemas que presenta la cuenca del Río Gatuncillo. Entre esta Líneas prioritarias esta la base de factores de riesgo, caracterización y vulnerabilidad de la cuenca hidrográfica, emisiones, calidad del aire y aguas.

Actualmente Panamá, es un país con vulnerabilidad a desastres naturales como inundaciones y sismos. Ante las constantes amenazas de impacto de desastres en la región

Centroamericana y el aumento de riesgos en los últimos años, los procesos de reducción de desastres y prevención a nivel regional se establece la Política Centroamericana de Gestión Integral de Riesgo a desastres naturales (**CEPEDRENAC, 2010**).

La vulnerabilidad de las cuencas está determinada por diversos factores para eso se hacen diversos estudios entre ellos la vulnerabilidad y degradación de suelos que generan deslizamientos. La degradación de los suelos se acentúa en presencia de riesgos ambientales, producto de la conjunción de un fenómeno natural extremo y de acciones antrópicas, dentro de un espacio y tiempo determinado.

1.2. Antecedentes

Estudios realizados en la Cuenca del Canal de Panamá permiten establecer que la subcuenca del río Gatuncillo, la cual cubre un área de noventa y tres (93) kilómetros cuadrados aproximadamente. Esta subcuenca forma parte de la cuenca del río Chagres, el cual nutre de agua al Canal de Panamá y a la ciudad de Panamá. Esta cuenca se encuentra de forma alargada con una dirección norte-sur y su perímetro es de 61.2 km aproximadamente. Muestra un relieve accidentado con pendientes que desciende de manera escarpada al fondo del valle. El Río Gatuncillo nace en la Sierra Maestra con una altitud de 420 m. Sobre el nivel del mar.

Hasta hace poco tiempo en el análisis de los desastres naturales se ponía mucho más énfasis en los agentes causantes (fenómenos físicos como procesos geodinámicas o hidrometeorológicos) y poco en las circunstancias de las poblaciones expuestas. En los últimos años, a partir de los análisis de vulnerabilidad, la preocupación se ha ido desplazando hacia las comunidades que sufren los daños. Bajo esta perspectiva, el riesgo depende principalmente de las condiciones sociales existentes y es la sociedad, más que la naturaleza la que decide que tiene más probabilidades de estar expuesto a peligrosos agentes geofísicos y tener defensas contra ellos (Hewitt, 1997) Otra de las novedades en las investigaciones sobre desastres naturales es la importancia que se está concediendo al análisis de las condiciones ambientales ante la constatación del papel jugado por la degradación ambiental en la generación o amplificación de los daños causados por desastres.

El concepto de vulnerabilidad, aplicado a cuencas hidrográficas, se manifiesta cuando se presentan fenómenos de carácter hidrometeorológico extremos (granizadas, lluvias torrenciales, huracanes, inundaciones, sequías, tornados) y escenarios morfométricos críticos (alta pendiente, geomorfología abrupta, suelos poco profundos, uso del suelo sin medidas conservacionistas). Existen estudios que han abordado la zonificación de la amenaza hidrometeorológica utilizando las bondades que ofrecen los SIG y los sensores remotos (Soeters, 1999). La vulnerabilidad, en términos generales, es la relación entre una condición (susceptible de recibir daño) en referencia a otra (condición no dañada), donde se manifiesta el orden, el peligro y el riesgo (Macias, 1999) La vulnerabilidad ambiental es un concepto que se relaciona con la susceptibilidad o predisposición intrínseca del medio y los recursos naturales a sufrir un daño o una pérdida, siendo estos elementos físicos o biológicos.

Utilización de Sensores Remotos y Drones. Los primeros intentos serios de construir un dron o VANT o UAV, denominación extendida en el campo militar, tal y como hoy los conocemos, comienzan durante el desarrollo de la I Guerra Mundial, entre los años 1914 y 1918, destacando los siguientes:

- 1916: A finales de este año se construye en Reino Unido por el capitán A.H Low el “Aerial Target”, un vehículo aéreo no tripulado controlado por radio desde tierra que pretendía servir como blanco aéreo de entrenamiento y como defensa contra los Zeppelins
- 1917: En este año se desarrolla el conocido como “Torpedo Aéreo Kettering (Kettering Bug)” por Charles F. Kettering de la General Motors, con los controles de los hermanos Sperry

Posteriormente se emplearon durante la segunda guerra mundial para entrenar a los operarios de los cañones antiaéreos. Sin embargo, no es hasta poco más que a finales del siglo XX cuando operan los VANT mediante radio control con todas las características de autonomía. Los VANT han demostrado sobradamente en diferentes escenarios y, especialmente en la guerra del Golfo y en la guerra de Bosnia, el gran potencial que tienen. En cuanto a la obtención, manejo y transmisión de la información, gracias a la aplicación de nuevas técnicas de protección de la misma (guerra electrónica, criptografía) resulta posible conseguir comunicaciones más seguras, más difíciles de detectar e interferir.

1.3. Justificación

La subcuenca del río Gatuncillo tiene características especiales que nos permiten abarcar en un alto porcentaje de las condiciones naturales y de intervención antropogénica existentes un alto porcentaje en el resto del país, por lo cual ha sido escogida como cuenca piloto para este estudio. Esta subcuenca actualmente se encuentra altamente alterada por diversos factores, principalmente por intervención del hombre. Esta investigación busca describir y caracterizar la vulnerabilidad que puede presentar la cuenca del río Gatuncillo, a medida que avance la investigación lograremos generar las recomendaciones para brindárselas tanto a la comunidad como a las autoridades competentes del lugar para que sepan cómo actuar frente a desastres naturales.

Se busca generar recomendaciones basadas en la caracterización de la vulnerabilidad que presenta la subcuenca del río Gatuncillo. Los principales beneficiarios de este proyecto

serán los moradores y autoridades del lugar. La información será interpretada a través de los datos obtenidos en campo y el uso de imágenes que serán tomados por un sensor remoto o dron este equipo nos ayudara a generar recomendaciones sobre la situación actual en que se encuentra la cuenca.

Este proyecto surge debido a la poca información que se tiene del lugar respecto a la caracterización de la vulnerabilidad de la subcuenca, la observación que se realizó en el lugar de estudio nos demostró que hace falta información tanto para la comunidad y las autoridades del lugar para que sepan cómo actuar en momentos de que se presente un desastre natural. Esta cuenca en a diferencia de las otras cuencas sufre una gran alteración lo que la hace mucho más vulnerable a las otras.

1.4. Objetivos

1.4.1. Generales

Caracterizar la vulnerabilidad de la subcuenca del río Gatuncillo a deslizamiento e inundaciones a través de factores Hidroedáfico, coberturas boscosas y teledetección para la subcuenca hidrográfica del río Gatuncillo.

1.4.2. Especifico

- Realizar sobrevuelos y toma de fotografías aéreas con drones y a su vez Procesar y generar información a partir del mosaico de imágenes
- Seleccionar las áreas de mayor vulnerabilidad a deslizamiento e inundaciones
- Evaluar los parámetros morfométricos e hidro-edáficos de la subcuenca del río Gatuncillo como las isoyetas, límites de Atterberg, densidad aparente, textura de suelo

- Aplicar instrumentos de recolección de información para caracterizar y sistematizar.
- Geo referenciar todos los datos con Sensores Remotos del área de estudio.
- Procesar la información geo referenciada.
- Análisis multitemporal de la cobertura boscosa basado en fotografías aéreas históricas

1.5. Hipótesis

¡La caracterización en la subcuenca del Río Gatuncillo influye directamente en su vulnerabilidad!

1.6. Alcance y Limitaciones del Estudio

La investigación tiene diversos alcances los cuales se distribuyen en distintos niveles

A nivel institucional y a nivel local: los beneficiarios directos de este proyecto son los moradores de las áreas de influencia del mismo, así como las instituciones públicas involucradas en el área en el tema de la caracterización de la vulnerabilidad de la subcuenca del río Gatuncillo. La concientización en base a información confiable de los peligros de una zona de riesgo es una de las mejores herramientas para evitar o minimizar la pérdida de vidas humanas y bienes materiales.

A nivel de gestión de riesgo: Se identificarán las zonas de mayor vulnerabilidad a desastres naturales, dentro de las cuales se realizarán análisis más detallados con la ayuda de las fotografías aéreas y modelos digitales tomadas y generadas por los drones así como las

observaciones de campo. Con la ayuda de estos resultados como indicadores de riesgo se informará y concientizará a los moradores de las zonas sobre las medidas de mitigación y adaptación que podrían tomar para prevenir y minimizar los efectos de futuros eventos naturales.

Las limitaciones son las siguientes

- A pesar de los estudio realizado en torno a esta subcuenca sigue persistente el problema de desastres naturales afectando a los moradores del lugar
- Área de difícil acceso
- Poca cooperación por parte de los moradores de la comunidad

2. Revisión de literatura

Caracterizar una cuenca implica diversos factores como lo es conocer toda la Morfometría física de dicha cuenca. Toda cuenca tiende a sufrir vulnerabilidad a los desastres naturales y esto implica riesgo de pérdida de vida humana y materiales, es por ello por lo que mi tesis se enfoca en identificar esos lugares que son susceptibles a sufrir dichos riesgos ya sean deslizamiento e inundaciones. Para así generar recomendaciones para la población de dicha Subcuenca.

La Subcuenca del río Gatuncillo en su actualidad se encuentra muy intervenida por la actividad humana, los estudios ya realizado en este lugar han reflejado que el mayor riesgo son las inundaciones, aunque la Subcuenca no presenta pendientes muy altas los deslizamientos que poco se dan en el lugar genera cierta pérdida tanto materiales y vidas humanas.

Con la ayuda del SIG (sistema de información geográfica) combinado con otras tecnologías como es el dron dará mucha más precisión a la identificación de lugares muy vulnerables a sufrir riesgo a desastres naturales.

caracterizar la vulnerabilidad a desastre naturales en la Subcuenca de río Gatuncillo-provincia de colón ya que de acuerdo con estudios realizados anteriormente es considerada en un área de vulnerabilidad a desastres naturales lugar que ya ha sido estudiada por diversos profesionales, entre el cual destaca la ACP. Dicha institución realizo diversos estudios en esta Subcuenca ya que pertenece a la cuenca del canal de panamá.

Para empezar a desarrollar este tema poseo palabras claves para comprender todo lo que abarca esté tema utilizo palabras como; cuenca, desastres naturales, inundaciones, deslizamiento, sistema de información geográfica, entre otros.

Entre muchas de las definiciones de que es cuenca destaca la que realiza **EL CATIE** el cual en su informe destaca que cuenca es aquel espacio delimitado por las partes más altas de las montañas, laderas o colinas, este se concentra en un sistema de drenaje en el cual se concentra sus aguas en un río principal el cual a su vez se conecta al mar, lago u otro río más grande y el cual se puede delimitar siguiendo una línea divisoria. Además de poseer agua se encuentra otros recursos naturales como suelo, vegetación y otros. En este espacio también se encuentra el hombre el cual realiza sus actividades. Además de cuenca existen las Subcuencas y Microcuencas las cuales son fragmentos más pequeños de las cuencas. **(faustino & jiménez, 2000)**.

Una cuenca debe llevar un manejo adecuado el cual implica evaluar muchos elementos para mantener un buen manejo, debemos tener un enfoque sistémico de un manejo

adecuado de cuencas. Esto implica tomar en cuenta cada uno de los elementos que se encuentran en el área delimitada es decir evaluar todos los recursos incluir agua, suelo, vegetación, actividad agrícola realizada por el hombre.

Toda cuenca debe tener una Morfometria es decir poseer una caracterización de la misma es por ello de que muchos profesionales han caracterizado muchas cuencas para saber con lo que cuenta al momento de hacer un plan de manejo, también identificar lugares que se encuentre vulnerables a riesgo dentro de la cuenca y así generar recomendaciones a los moradores del lugar para que tomen buenas decisiones.

Las características físicas de una cuenca tienen una relación estrecha con el comportamiento de los caudales que transitan por ella; sin embargo, la poca información cartográfica de la que se dispone, hace que el encontrar esa relación no sea fácil y que por lo tanto su uso en estudios hidrológicos sea limitado, por otra parte no se puede garantizar que toda la información Morfometria de las cuencas utilizadas para el estudio se pueda obtener en una misma escala, lo cual aumenta el grado de incertidumbre sobre la confiabilidad de los parámetros. (UNAL, 1997.)

La Morfometria se puede utilizar para cuantificar un carácter de significancia evolutiva, y para detectar los cambios en la forma, deducir algo sobre la ontogenia de los organismos, función o relaciones evolutivas. Uno de los objetivos principales de la Morfometria es probar estadísticamente las hipótesis sobre los factores que afectan la forma

El estudio de las características Morfometría de una cuenca fue iniciado originalmente por el padre de la hidrología moderna en los estados unidos de américa: Robert Ermer Horton, a través de sus dos artículos de referencia internacional, “drenaje basin characteristics” (1932) y “erosional development of streams and their drainage basin: hydrophysical approach to quantitative morphology” del año 1945(justo una mes antes de su muerte) .los estudios morfométricos fueron transformados de diferentes análisis puramente cualitativos y deductivos, a estudios científicos, cuantitativos y rigurosos capaces de suministrar datos hidrológicos fáciles de estimar. (**strahler, 1964**)

En el año 1952, **Arthur Newell strahler**, mejoro y modifiko el sistema para análisis de la red de drenaje propuesta inicialmente por **Horton** (1945), donde se clasifican las órdenes de los cauces de acuerdo con su jerarquía y a la potencial de sus afluentes. Convirtiéndose desde entonces el sistema más utilizado a nivel mundial, para ordenar las redes de drenaje en cuencas hidrográficas y constituyéndose a su vez en un tema de estudio obligado para los cursos de hidrología básica y geomorfología fluvial. Donde aborda el estudio de la Morfometría de la cuenca. De esta manera Horton y strahler se convirtieron en dos grandes investigadores de la Morfometría de cuencas, a pesar de la gran cantidad de actores que ha escrito sobre este tema. (**delgadillo & moreno, 2012**)

La forma de la cuenca interviene de manera importante en las características del de descarga de una determinada corriente, particularmente en los eventos de avenidas

Máximas, en particular, las cuencas de igual área, pero de diferente forma. Parece claro que existe una fuerte componente probabilística en la determinación de una cuenca mediante sus parámetros y las características de la red de drenaje. Por esta razón se han buscado relaciones de similitud geométrica entre las características medias de una cuenca y de su red de canales con esas de otras cuencas. La forma de la cuenca condiciona la velocidad del escurrimiento superficial. Para cuencas de igual superficie y formas diferentes se espera un comportamiento hidrológico también diferente. La medición de los factores de forma de una cuenca se realiza por medio de una metodología que permite cubrir dos objetivos.

- Área (a). Está definida como la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de esorrentía dirigido-directa o indirectamente a un mismo cauce natural. Corresponde a la superficie delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio; este parámetro se expresa normalmente en km². Este valor es de suma importancia porque un error en su medición incide directamente en los resultados, por lo que se hace necesario realizar mediciones contrastadas para tener total confianza en este valor.
- Perímetro (p) es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas. Este parámetro se mide en unidades de longitud y se expresa normalmente en metros o kilómetros.
- Longitud de la cuenca (l) se define como la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (estación de aforo) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal corte la línea de contorno de la cuenca.
- Longitud del cauce principal(lc)

Corresponde a la longitud del cuerpo de agua que le da nombre a la cuenca de estudio, en este parámetro se tienen en cuenta la sinuosidad cauce; este parámetro se expresa normalmente en kilómetros.

- Orden de los cauces

El orden de las corrientes es una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca. Existen varios métodos para realizar tal clasificación. En este caso se optó por el método de Horton, el cual se fundamenta en los siguientes criterios: se consideran corrientes de primer orden, aquellas corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimientos y que no tienen afluentes. Cuando dos corrientes de orden uno se une, resulta una corriente de orden dos. De manera general, cuando dos corrientes de orden i se unen, resulta una corriente de orden $i+1$. Cuando una corriente se une con otra de orden mayor, resulta una corriente que conserva el mayor orden.

(rojo, 1997).

Un cuenca tiende a sufrir vulnerabilidad , la vulnerabilidad tiene muchos significados en los cuales algunos son de carácter general y pueden aplicarse en diferentes contexto entre ellos destaca la definición dada de la siguiente manera: “la vulnerabilidad se define como la probabilidad de que, debido a la intensidad de un evento externo y a la fragilidad de los elementos expuestos, ocurran daños en la economía, la vida humana y el ambiente (zapata, r., 2000)” y para el BID vulnerabilidad es una condición de susceptibilidad a shocks externos que pueden amenazar vidas humanas y sistemas de vida, recursos naturales,

propiedades e infraestructura, productividad económica y prosperidad de una región (BID, 1999). Ambas definiciones son destacadas dentro la publicación realizada por (Gómez, 2001) además de destacar los componentes que tiene la vulnerabilidad sobre el medio ambiente.

Según el **Cepedrenac** destaca dos documentos esenciales para la evaluación de desastres naturales, está la política Centroamérica de gestión integral de desastre y la amenaza por deslizamiento en centro américa.

La política centroamericana de gestión integral de riesgo destaca ser una guía fundamental para promover y lograr cambios en la forma de planear y orientar nuestros procesos para la reducción del riesgo de desastres en la inversión para el desarrollo económico sostenible; en el desarrollo y compensación social para reducir la vulnerabilidad; en ambiente y cambio climático; en la gestión territorial, su gobernabilidad y gobernanza y en la gestión de los desastres y recuperación, dicha política responde a la necesidad de actualizar los compromisos regionales orientados a reducir y prevenir el riesgo de desastres y con esto contribuir con una visión de desarrollo integral y seguro en Centroamérica. (**Cepedrenac, 2011**). Dicha política lo que busca es reducir los riesgos a desastres en zonas vulnerables de diversos países de Centroamérica y así como evitar tanto pérdida materiales como vidas humanas.

Los desastres y riesgo naturales son de interés público y sus impactos inciden de manera significativamente y de manera negativa en las actividades que realizan las personas de una comunidad determinada, un escenario de riesgo en una comunidad está formado por la

Presencia de amenaza y las condiciones que hace que la población sea vulnerable o no ante determinada amenaza. Dichas amenazas pueden ser de dos formas de origen natural o de origen socio natural, las amenazas de origen natural son aquellos provocado por la propia naturaleza y los de origen socio-natural son aquellos en el cual hay intervención por parte de los seres humanos.

Deslizamiento esta definición por aquel movimiento de materiales que componen la ladera pendiente abajo por la influencia de gravedad y pueden ser dispensado por las lluvias, sismos y la actividad humana, un deslizamiento o deslave puede ser formado por la ayuda de factores físicos como la lluvia, topografía, tipo de suelo y rocas, temblores de tierra y también influyen las actividades causada por la acción humana esta afecta cuando se realizan actividades sin ningún tipo de planificación y control donde puede desarrollar procesos de deslizamientos o deslaves. Hay diferentes tipos de deslizamiento que pueden ser según el movimiento y según el tipo de material

Según el tipo de movimiento los deslizamientos pueden ser de caída, volcamiento, deslizamiento rotacional y traslacional, flujo, propagación y complejo. Según el tipo de material los deslaves pueden ser por rocas, caídas de rocas, deslizamiento de rocas, flujos de rocas, propagación de rocas y la combinación de dos o más de los tipos de rocas. Todo deslizamiento del tipo que sea puede traer efectos negativos como lo es las pérdidas de vida humana y animales, agrietamiento del terreno, erosión intensa del suelo, sepultamiento de las infraestructuras (casas, edificios, etc.). Daños a cultivos, entre otras. Los riesgos tanto

por deslizamiento como por inundaciones se pueden reducir entre ellos está la prevención temprana que se le deben dar a las personas que están en la comunidad, dicha prevención debe ser brindada por el personal encargada como Sinaproc, además de implementar programas por parte del gobierno programas como ordenamiento territorial, planes sectoriales y de inversión.(CEPEDRENAC, n.d.)

Riesgos Naturales y el Uso de la Teledetección

Cada tipo de riesgo natural (terremoto, erupción volcánica, tsunami, huracán, inundación, sequía, incendio forestal, epidemia...) tiene diferentes características que afectan a la capacidad humana de predecirlo y alertar convenientemente a la población. La posibilidad de las imágenes de satélite de ciclones tropicales permite alertar anticipadamente a la población que se vería afectada por los mismos; no sucede lo mismo con la capacidad de alertar anticipadamente sobre un terremoto.

El seguimiento y la predicción de los riesgos son función de un lugar y de un instante de tiempo específicos, por ello, un sistema de alerta debe combinar el análisis de ambas variables espacio/tiempo. Las técnicas de teledetección facilitan una información indirecta que permite, en muchos casos y siempre tras un tratamiento de la misma, determinar una cierta probabilidad de que un fenómeno peligroso se dé en un lugar y en un momento determinado.

Mientras algunos riesgos pueden ser considerados exclusivamente de origen natural cada día aumentan más los riesgos debidos a la intervención humana en relación con el medio natural. Prácticas tales como la modificación del curso de un río de los usos del suelo en

los terrenos próximos al mismo, o al aumento de extracción de aguas subterráneas llegan a identificar como generadoras de riesgos naturales, incluidos los terremotos. Cabe añadir a los ejemplos anteriores otros riesgos naturales como los efectos de la deforestación y la desertización provocados por un desarrollo urbano incontrolado, tala masiva de árboles, provocación de incendios o prácticas inadecuadas de determinados cultivos. Todas estas actuaciones del hombre, ya sea a escala local o global, pueden ser detectadas desde plataformas aerotransportadas y desde satélites de observación de la tierra. Para creer que ello puede ser así, no olvidemos que algunos conocidos episodios de desastres tecnológicos, como la explosión del reactor nuclear de Chernóbil (Ucrania) y el desmoronamiento de la balsa de aguas residuales en Aznalcollar (España) han sido observados mediante imágenes de satélite.

Otro aspecto considerable cuando se trata de reconocer un determinado riesgo en un territorio específico, ya sean con las técnicas tradicionales o con las derivadas de la teledetección, es la posibilidad de que se dé un enmascaramiento entre diversos tipos de riesgos, ya hemos dicho, que la intervención humana puede modificar las características de un determinado riesgo, su distribución espacial, su intensidad y frecuencia, llegando incluso a poder originar uno nuevo.

Para preparar y reducir los impactos de los desastres naturales, cada día se hace más uso de la teledetección espacial. De una forma amplia, el nombre de Teledetección o percepción remota comprende el conjunto de procesos, técnicas y aplicaciones que intervienen en la configuración o análisis de las imágenes y otros datos registrados desde el espacio, tanto sea mediante aviones o satélites

Para aprovechar al máximo la información de satélite, deberá seguirse una estrategia que incluya las siguientes actuaciones (Scout, 1997):

✚ Prevención de los desastres:

- Análisis del riesgo
- Análisis de vulnerabilidad
- Planificación de los usos del suelo y legislación específica

✚ Estado de alerta:

- Previsión del riesgo y sistema de alerta a la población
- Seguimiento

✚ Mitigación del desastre:

- Valoración de los daños inmediatamente después de que ocurra el desastre
- Definición de áreas no afectadas que puedan ser utilizadas.
- Conocimiento del estado de las infraestructuras para asegurar el suministro de ayuda.

Características de las Técnicas de Teledetección

El territorio visto desde el espacio mediante los sensores multiespectrales de los satélites constituye una información con características sorprendentes en relación con las visiones que se tenían años atrás. Las técnicas de teledetección facilitan la recolección y seguimiento de datos sobre las condiciones atmosféricas y las características de la superficie terrestre que reflejan riesgos inminentes, a la vez que permiten evaluar los desastres provocados por ellos. Esta información incluye dos categorías de datos:

- a) valores numéricos de los parámetros geofísicos detectados o medidas relativas
- b) imágenes captadas en varias bandas del espectro electromagnéticos

Los sistemas en teledetección y sus características, hacen idóneas las imágenes de satélite para la observación y estudio del planeta y su atmósfera, donde las más importantes:

- Las imágenes ofrecen visiones sinópticas y casi instantáneas del terreno (áreas de 60 Km. de lado para SPOT, captadas en 9 segundos y de 180 Km. Para el satélite LANDSAT, registradas en menos de medio minuto).

Esta capacidad de captar el estado del territorio en un momento dado permite obtener información integrada y poner en evidencia las interdependencias e interfaces entre diferentes medios, fenómenos o actividades que se producen. Permiten, comparar diferencias fenológicas entre las cubiertas vegetales de una zona, bajo unas mismas condiciones climáticas. También permiten eliminar los problemas de instantaneidad (oceanografía).

Se puede plantear proyectos internacionales por el hecho de que las imágenes ofrecen datos homogéneos que pueden ser sometidos a tratamientos idénticos. (CORINE)

El tratamiento de los datos es abordado de manera diversa por las diferentes disciplinas de las ciencias de la Tierra, permite obtener una aproximación integrada y multidisciplinar del conocimiento de grandes extensiones.

- Las imágenes proporcionan información multiespectral del territorio.

Los sensores de los satélites construyen las imágenes a partir de la respuesta radiométrica de la superficie terrestre en diversas franjas o bandas concretas de longitud de onda, o frecuencias, del espectro electromagnético. El comportamiento radiactivo de un determinado objeto en el conjunto del espectro es el que se conoce con el nombre de firma espectral.

El espectro visible corresponde a una parte reducida del espectro global electromagnético y con nuestros ojos sólo nos podemos dar cuenta de una parte de la realidad. Es destacable el hecho de que otros sensores a bordo de satélites pueden captar la radiación infrarroja y ello los hace ideales para conocer la actividad fotosintética de la vegetación. También puede captar la radiación térmica que permite detectar, anomalías térmicas en el agua: islas de calor tanto sobre determinados sistemas naturales como sobre las grandes ciudades, los puntos calientes de un incendio o el desplazamiento de la lava de un volcán.

La resolución espectral es la capacidad de los sensores de captar en diferentes bandas del espectro. El sensor Thematic Mapper (TM) del satélite LANDSAT recoge información en 7 bandas, y, por tanto, tiene más resolución espectral que el sensor multiespectral Scanner (MSS) del mismo satélite, que solo tiene cuatro.

La resolución espacial viene definida por el píxel que es la superficie mínima detectada sobre el terreno.

La resolución radiométrica es la capacidad de discriminar variaciones de la intensidad de la radiancia que llega en una determinada banda espectral.

Los satélites registran la información periódicamente. Este hecho permite usar datos multiespectrales, es decir, captados en días diferentes, sobre una misma área.

Las imágenes son convertidas a datos digitales, aptos para ser tratados con técnicas informáticas.

Se puede definir una imagen como un conjunto de matrices de números, una por cada banda del sensor. Cada matriz está compuesta por tantos elementos como píxeles tenga la imagen,

cada uno caracterizado por un número (nivel de gris) que representa la intensidad de radiancia del terreno dentro del píxel y dentro de la banda correspondiente del espectro.

Esta característica cuantitativa de los datos permite realizar procesos de tipo estadístico, mejora y corrección radiométrica, clasificación, cartografía automática. Un proceso interesante es la incorporación de los datos a un sistema de información geográfica (SIG).

Así la información derivada de estudios sobre imágenes georreferenciadas, es decir corregidas geométricamente, una vez integrada en los bancos de datos de un SIG se puede entrecruzar con otras capas de información y obtener nuevos datos cartográficos o cuantitativos del terreno.

Estudio de la Teledetección en los Riesgos Naturales

Las aplicaciones de la teledetección cubren un amplio conjunto de disciplinas y de la misma forma como vamos a indicar para el estudio de los riesgos naturales, debe comprenderse que los datos captados por los satélites no son substitutos e los obtenidos mediante técnicas utilizadas hasta el momento. Esta nueva información debe ser utilizada juntamente con la procedente de los métodos clásicos, de forma que se considere complementaria y más aún podamos aprovechar la sinergia de las mismas.

El valor de la teledetección para analizar, advertir, y evaluar los daños relacionados con los desastres naturales está aumentando cada vez más. Las imágenes de satélite contribuyen a

minimizar los efectos derivados de un evento de este tipo cuando se utilizan, como ya se ha indicado en la introducción del capítulo, para:

- ✚ Analizar el riesgo de que se produzca un riesgo natural en un área determinada. (por ejemplo, identificar las fallas que potencialmente tienen más probabilidad de producir terremotos, o detectar los volcanes que son potencialmente susceptibles de experimentar una próxima erupción. Además del conocimiento, el análisis de riesgos incluye la definición de las áreas que pueden resultar afectadas graduándose el daño que pueden causar manipulándose toda la información en un SIG).
- ✚ Alertar antes de que se produzca un determinado riesgo natural. (por desgracia no es igual de factible para todos los tipos de desastre. Si que se puede, por ejemplo, mediante imágenes de satélite, reconocer el terreno, y la posibilidad de que sea anegado, o también la observación desde el espacio permite alertar de las situaciones meteorológicas extremas, las cuales pueden originar o no inundaciones. En estos casos, su predicción puede disminuir el desastre resultante. Algunas erupciones volcánicas en Hawái fueron predichas sobre la base de movimientos del suelo detectados mediante imágenes radar con la metodología que se comenta más adelante).
- ✚ Evaluar el daño causado por un riesgo natural. (una evaluación temprana del daño causado por una inundación o un terremoto es esencial para las tareas de rescate, y la disminución de los esfuerzos a realizar).

Drones

Un vehículo aéreo no tripulado (VANT), UAV (Unmanned Aerial Vehicle) o comúnmente dron Es una aeronave que vuela sin tripulación. Un VANT es un vehículo sin

tripulación reutilizable, capaz de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido, y propulsado por un motor de explosión o de reacción. En la Cartografía: realización de ortofotomapas y de modelos de elevaciones del terreno de alta resolución.

Ventajas de los VANT

- Posibilidad de uso en áreas de alto riesgo o de difícil acceso.
- No requiere la actuación de pilotos en la zona de combate.

Desventajas de los VANT

Pueden clasificarse de la siguiente manera:

- Técnicas
- Éticas
- Económicas

Los drones presentan multitud de ventajas que los han convertido en firmes apuestas a sustituir o complementar la actividad del ser humano en multitud de ámbitos. En la mayoría de los casos la ventaja principal es la flexibilidad de uso del recurso que representa el vehículo y la reducción del riesgo para la vida humana, en otras aplicaciones a estas ventajas se suma la simplicidad de uso y la reducción de costes respecto a otras soluciones posibles.

Ante un deslizamiento de tierras el uso de drones para las construcciones de un modelo 3D cobra fundamental importancia para evaluar los riesgos de nuevos deslizamientos de tierra. Permite a geólogos y autoridades a identificar las zonas afectadas por el deslizamiento de tierras. Ayuda a evaluar rápidamente las zonas en peligro y a reparar las infraestructuras

dañadas. Mediante el uso de VANTS es posible llegar a zonas de difícil acceso, como montañas con alta variación de altitud.

Otras situaciones de emergencia que se pueden monitorizar con drones son los derrames de petróleo, inundaciones o daños de incendios. **(Pinto, 2015)**

Definición SIG

- Conjunto de herramientas diseñadas para obtener, almacenar, recuperar y desplegar datos espaciales del mundo real.
- Datos Conjunto de mapas, de la misma porción del territorio, donde un lugar concreto tiene la misma localización (las mismas coordenadas) en todos los mapas. Resulta posible realizar análisis de sus características espaciales y temáticas, para obtener un mejor conocimiento de esa zona.

Ventajas y desventajas de un SIG

Ventajas de un SIG

1. Capacidad del almacenamiento. Múltiples niveles de datos.
2. Los datos se almacenan y se presentan en forma separada. La presentación es múltiple.
3. Capacidad de manejo. Edición y actualización.
4. Rapidez en la operación.
5. Capacidad de establecer una relación coherente. Utilizar simultáneamente datos espaciales y sus atributos.
6. Capacidad de análisis. Implementación de modelos de aplicación

Desventajas de un SIG

1. Alto costos de adquisición y mantenimiento del sistema.
2. Costos y problemas técnicos en la captura de datos (conversión analógica- digital) y en la transferencia (incompatibilidades).
3. Costos de mantenimiento de datos. Administración, actualización y edición.
4. Necesidad de formación de cuadros especializados. Operación en el ámbito digital.
5. Falsa sensación de exactitud.

(INEGI, 2014)

La Gestión del Riesgo de Desastre (GRD) es el conjunto de decisiones administrativas, de organización y conocimientos operacionales desarrollados por sociedades y comunidades para implementar políticas y estrategias, y para fortalecer sus capacidades, con el fin de reducir el impacto de amenazas naturales y de desastres ambientales y tecnológicos. Esto involucra todo tipo de actividades, incluyendo medidas estructurales (por ejemplo, construcción de defensas ribereñas para evitar el desbordamiento de un río) y no-estructurales (por ejemplo, la reglamentación de los terrenos para fines habitacionales) para evitar o limitar los efectos adversos de los desastres. Buscando reducir los niveles de riesgo existentes para proteger los medios de vida de los más vulnerables, la gestión del riesgo de desastre constituye la base del desarrollo sostenible, y en este marco está vinculada a otros temas transversales, como género, de derechos y medioambiente.

La gestión de riesgos de desastres puede ser:

- a) La gestión prospectiva, que evita la generación de nuevas condiciones de vulnerabilidad

- b) La gestión correctiva, que busca reducir las condiciones de vulnerabilidad existentes.
- c) La gestión reactiva, que busca responder de la mejor manera ante situaciones de desastre (preparativos para la emergencia y reconstrucción)

Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres 2011-2015 Panamá



Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres 2011-2015

El gobierno de Panamá establece un plan nacional de gestión de riesgo de desastres para la identificación de áreas vulnerables a desastres causados por la actividad humana y la naturaleza.

El Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres, se formula como una herramienta de planificación operativa, que permite avanzar a través de metas y objetivos estratégicos para la reducción del riesgo de desastres en el ámbito nacional y donde se delimitan las acciones específicas para alcanzar objetivos y metas conjuntas a nivel inter-institucional. De la misma manera, la actualización del Plan Nacional permite dar seguimiento a la

implementación de los ejes articuladores que emanan de la Política Nacional de Gestión Integral de Riesgo de Desastres de Panamá.

El presente Plan Nacional debe ser interpretado como la herramienta operativa de corto y mediano plazo que abarca todas las dimensiones de la gestión del riesgo de desastres. También se reconoce que las capacidades institucionales son importantes para gestionar los riesgos y reducir el impacto de los desastres relacionados con las amenazas naturales en los ámbitos nacional, provincial, comarcal, municipal y comunitario.

La preparación del Plan Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres tuvo como base un proceso de consultas con representantes del sector público, privado, académico y sociedad civil en general, canalizado a través de la Plataforma Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres y Comisión Nacional de Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres en América Central. De la misma manera, se ha contado con la visión y aportes de organismos internacionales como el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Sistema de Naciones Unidas, en particular la UNISDR Américas y el PNUD.

El Gobierno de Panamá viene impulsando una serie de medidas conducentes a reforzar la capacidad para reducir el impacto de los desastres y aumentar la resiliencia mediante la construcción de herramientas que faciliten el proceso de reducción de riesgos. Entre estos instrumentos se destaca la Ley No. 7 y su reglamento general, y la Política Nacional de Gestión Integral de Riesgos, cuya finalidad es impulsar la puesta en marcha de acciones concretas, sostenidas y con enfoque intersectorial en función de la construcción y desarrollo de un Plan Nacional de Gestión de Riesgos, que se relacione con las políticas de

desarrollo del país y a la vez sea congruente con los esfuerzos nacionales, provinciales, locales y sectoriales que se llevan a cabo.

Definición de concepto de algunas palabras claves

Un **desastre** es una interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad que causa grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Si bien los desastres se clasifican de acuerdo con el origen del peligro que lo genera (natural o inducidos por el ser humano), son las condiciones de vulnerabilidad y las capacidades de la sociedad afectada las que determinan la magnitud de los daños. Es por eso por lo que un sismo de la misma intensidad puede destruir un edificio de cuatro pisos en el Perú y no afecta a un edificio de 50 pisos en Japón (uso de la microzonificación sísmica, sistemas constructivos entre otros). En consecuencia, los desastres no son naturales sino por el contrario, son la resultante de un proceso de construcción de condiciones de vulnerabilidad causados por el hombre y de un desarrollo inadecuado e insostenible en el tiempo.

Peligro

Un peligro es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el ser humano, potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocida. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y la tecnología. Se pueden clasificar en:

- Peligros de origen natural, que se explican por procesos dinámicos en el interior (por ejemplo, terremoto, tsunami) o en la superficie de la Tierra (por ejemplo,

Deslizamientos), por fenómenos meteorológicos y oceanográficos (como el Fenómeno del Niño) o biológicos (como las plagas)

- Peligros inducidos por la actividad del ser humano (por ejemplo, incendios, derrames, explosiones, etcétera).

Vulnerabilidad y capacidad

La vulnerabilidad es el grado de resistencia y/o exposición de un elemento frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser física, social, económica, cultural e ideológica, institucional y política, o de otro tipo. Se refiere a una serie de características que predisponen a una persona, un grupo o una sociedad a sufrir daños frente al impacto de un peligro y que dificultan su recuperación. Esos factores de vulnerabilidad pueden revertirse en capitales o recursos, a través fortalecimiento de los medios de vida, entendido como la combinación de todas las fortalezas y recursos disponibles dentro de una comunidad o sociedad que puedan reducir el nivel de riesgo o los efectos de un desastre. El desarrollo de las capacidades permite reforzar los medios de vida y aumentar la protección de dichos medios ante la ocurrencia de un evento peligroso. Vulnerabilidad y capacidad son las dos caras de una misma moneda.

VULNERABILIDAD GLOBAL	FACTORES DE VULBERABILIDAD	MEDIOS DE VIDA SOSTENIBLES	CAPITALES O RECURSOS	RESILIENCIA
	Ambiental y ecológico		Natural	
	Físico		Físico	
	Económico		Financiero	
	Social		Social	
	Cultural e ideológico		Humano	
	Político e institucional			
	Educativo			
Científico y tecnológico				

Riesgo

El riesgo es la estimación o evaluación de probables pérdidas de vidas y daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y un área conocida. Se evalúa en función de la relación entre el peligro y la vulnerabilidad. El riesgo sólo puede existir al ocurrir presentarse un peligro en determinadas condiciones de vulnerabilidad, en un espacio y tiempo particular. No puede existir un peligro sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa. De hecho, peligros y vulnerabilidades son mutuamente condicionados. Por lo tanto, al aumentar su resiliencia, una comunidad reducirá sus condiciones de vulnerabilidad y nivel de riesgo

CARACTERÍSTICAS DE UNA COMUNIDAD VULNERABLE Y RESILIENTE	
COMUNIDAD VULNERABLE	COMUNIDAD RESILIENTE
El desastre sorprende a la comunidad.	La comunidad cuenta con mecanismos de alerta temprana para tomar las medidas adecuadas ante la ocurrencia de un peligro.
La comunidad no conoce los peligros que pueden amenazarla.	La comunidad ha identificado sus peligros y elaborado un mapa de peligros conocido por todos los moradores.
La comunidad no sabe a dónde ir en caso de emergencia.	La comunidad ha identificado, señalado y acondicionado lugares seguros.
La comunidad no está preparada para la ocurrencia de una emergencia.	La comunidad ha formado y capacitado una Brigada de Defensa Civil, que sabe cómo actuar en caso de emergencia.
La comunidad deforesta para aumentar sus parcelas cultivables.	La comunidad preserva la flora existente y extiende sus parcelas en zonas que no generan un riesgo para su seguridad.
La comunidad adopta una actitud pasiva ante la ocurrencia de un desastre, considerándolo un castigo divino.	Encabezada por el dinamismo de las autoridades, la comunidad toma conciencia de la posibilidad de prepararse para afrontar a un desastre y reducir los daños ocasionados.
La comunidad vive a orillas de un río que tiene crecientes frecuentes.	La comunidad se reubica en una zona más segura o implementa medidas estructurales para minimizar el riesgo de inundación.

(Cosamalon Aguilar et al., 2010)

Revisión de estudios y noticias generados entornos a esta Subcuenca de estudios

Dentro de los estudios realizados por la autoridad del canal de panamá ACP están los planes de acciones inmediatas, los diagnostico socio ambiental, la propuesta de perfil técnico para el área de porcino, propuesta de metodología para la identificación de deslizamiento y propuestas de sistemas silvopastoril dentro del área de estudios.

Plan de acción inmediata en la Subcuenca del río Gatuncillo por CICH (comisión interinstitucional de la cuenca hidrográfica del canal de Panamá) disponible en <http://www.cich.org/publicaciones/05/pai-gatuncillo.pdf>

La Subcuenca del río Gatuncillo, con una superficie de 89,5 km², está localizada en la provincia de Colón y abarca parte de los corregimientos de Buena Vista, Salamanca, San Juan y Santa Rosa. Sus límites son los siguientes: Al norte con el Parque Nacional Chagres y la Subcuenca del río Gatún, en los corregimientos de Buena Vista y Salamanca; al sur con el curso medio del río Chagres en el corregimiento de Santa Rosa (subcuenca del río Palenque y quebrada Honda); al este con la vertiente occidental del lago Alhajuela y la subcuenca del río Limón, en los corregimientos de Salamanca y San Juan; al oeste con la subcuenca del río Agua Sucia y Quebrada del Medio en el corregimiento de Buena Vista.

Según el Censo de Población y Vivienda del año 2000, la subcuenca de Gatuncillo tenía una población de 8.006 habitantes y 1.914 viviendas ocupadas en 18 lugares poblados: Gatuncillo Arriba, Cabecera de Gatuncillo, Corozal, Nuevo Océ, Nuevo San José, Sardinilla, Nuevo Paraíso, Los Playones, Gatuncillo, Quebrada Ancha o Pueblo Grande, La Tablita, Pueblo Grande o Entrada de Sardinilla, Entrada de Nuevo San Juan, El Valle de la Unión, Alto La Gloria, Rincón Caliente, Nuevo San Juan, y Palenque.

Los lugares de mayor población en el año 2000 eran Gatuncillo que concentra el 42,6% de la población de la subcuenca (3.413), Nuevo San Juan con el 14,2% (1.138), el Valle de la Unión con 10,2% (820) y Nuevo Paraíso con un 5,2% (404) del total de la población. Estos poblados están localizados en los alrededores de la carretera transísmica que es el eje de mayor población de la CHCP y principal arteria de la actividad económica de la región. Escapa a esta característica el poblado de Nuevo San Juan, que es producto del

Reasentamiento a mediados de la década de 1920, del antiguo poblado colonial de San Juan que estaba ubicado en lo que es hoy el Lago Alhajuela. En estos cuatro poblados se concentra el 72,2% de la población de la subcuenca.

Dentro de los problemas que destacan en este documento están en primer lugar la contaminación del agua; en segundo lugar, la contaminación del aire, y, en tercer lugar, la disposición de la basura y la deforestación. Otros problemas ambientales señalados fueron la disposición de aguas servidas y la poca capacidad de la fuente de agua.

Las causas de los problemas ambientales esbozados anteriormente se expresan en: el manejo inadecuado de la actividad porcina en primer lugar. En segundo lugar, se encuentran: manejo inadecuado de la actividad minera y avícola, contaminación por los moradores del área y ausencia de sensibilidad a los problemas ambientales. Otras causas señalan la roza y quema, indiferencia de las autoridades ante la problemática ambiental, obstaculización en la aplicación de la ley y el manejo inadecuado de la actividad ganadera. Este plan de acción inmediata fue realizado en los años 2005 y 2006. **(CICH, n.d.)**.

Análisis de algunos componentes de la gestión del recurso hídrico en la subcuenca del río Gatuncillo, cuenca del Canal de Panamá por DANIEL ALEXANDER SEGURA RAMOS... CATIE (centro agronómico tropical de investigación y enseñanza)

Disponible en http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/385/Analisis_de_algunos_componentes.pdf?sequence=1

El trabajo fue realizado en la subcuenca del río Gatuncillo (SRG), cuenca hidrográfica del Canal de Panamá. El objetivo general del estudio fue caracterizar algunos componentes de

La gestión del recurso hídrico, así como, analizar los escenarios de eventos locales de cooperación y conflicto por el agua. La investigación se desarrolló bajo un enfoque de trabajo de tipo cualitativo. El proceso constó de tres fases: 1) un análisis situacional, planificación y diseño metodológico, 2) ajustes, planificación y ejecución actividades de campo y 3) el procesamiento y análisis de la información recabada. La planificación sobre la SRG se remonta a inicios de la década anterior, no obstante, los resultados obtenidos de esta investigación evidencian escenarios hídricos no muy alentadores, principalmente con temas esenciales y vinculantes con la gestión del agua como: participación y organización local, institucionalidad local y regional, ausencia de programas y proyectos ejecutados desde la base local, enfoques de equidad y género. En relación con los usos y usuarios, la población de esta subcuenca depende en un 73% de agua para consumo humano de otra fuente abastecedora (lago Alhajuela), mientras que el resto de la población depende directamente de los recursos hídricos generados en las cabeceras de la subcuenca, presentando serios problemas de acceso tanto en cantidad como en calidad. El tejido social existente para la gestión del agua en esta subcuenca es muy frágil, existiendo grandes brechas entre las entidades gubernamentales (locales, regionales, centrales), las instancias locales (comités locales, consejo consultivo, juntas de agua) y las empresas privadas (porcinocultores, ganaderos, avícolas, comercio e industria), lo que representa una debilidad enorme al momento de proponer una arquitectura más sólida de gestión por este recurso. Finalmente, el inventario de los eventos locales registrados de cooperación y conflicto por agua, evidencian una marcada tendencia hacia eventos conflictivos, sin embargo, estos aún son subyacentes o de menor intensidad. (Segura, 2011)

Diagnóstico socio ambiental de la subcuenca del río Gatuncillo en marco del proyecto Manejo integral de cuenca y modelación de la calidad del agua de la subcuenca del río Gatuncillo por la autoridad del canal ACP división de manejo de cuencas. Disponible en <http://www.cich.org/publicaciones/06/inf-socioambiental-gatuncillo-20040904.pdf>

La subcuenca del río Gatuncillo fue escogida para una experiencia piloto. En la misma se presenta una multiplicidad de actividades productivas representativas de diferentes regiones de la CHCP, con una fuerte presión antrópica al estar localizada sobre el corredor transistmica.

El diagnóstico socio ambiental de la subcuenca es uno de los objetivos de corto plazo del proyecto piloto orientado hacia un “Manejo integral de cuenca y la modelación de la calidad del agua”. En su realización, desde diciembre de 2002 a junio de 2003, participaron las unidades de la Sección de Manejo de Cuenca de la División de Administración Ambiental de la ACP.

La metodología implementada fue que en La unidad de análisis es el área de captación. Se definieron doce zonas de estudio, cada una con un sitio de muestreo, como punto de control; identificado con una clave de 6 dígitos (00-00-00) que corresponden al número de subcuenca, micro cuenca y orden secuencial en el sentido de la corriente.

Los componentes del diagnóstico socio ambiental son: cantidad y calidad de agua; vegetación y uso del suelo; y asentamientos humanos y participación comunitaria. Las fuentes de información secundaria provienen, principalmente, de los Censos de Población y Vivienda 2000.

Para la Cobertura vegetal, se adoptó el mapa del Programa de Monitoreo de la Cuenca del Canal (PMCC, 2000). Se incorporaron definiciones y se actualizó el levantamiento de uso del suelo. Las categorías contempladas fueron: bosques de galería, bosques menores de 60 años, bosques mayores de 60 años, cultivos domésticos, herbazales, pastos, rastrojo, reforestación, suelos desnudos, minería.

Para el levantamiento del uso del suelo en campo, se identificaron y actualizaron las actividades productivas y se definieron las variables. Las encuestas consistieron en ocho componentes: pecuario avícola, pecuario vacuno, pecuario porcino, agrícola, forestal/agroforestal, minero, industrial y comercial/servicio.

En el aspecto ambiental, las variables identificadas fueron: estudios de impacto ambiental, usos del agua, desechos, excretas, aguas residuales domésticas e insumos químicos. Se contemplaron las siguientes variables: existencia de estudios ambientales, cantidad de animales, manejo de los desechos sólidos y líquidos, ubicación de los subproductos de la actividad y de las fuentes de agua cercanas y utilización de químicos.

Para describir la calidad físico - química y microbiológica del agua se utilizó un índice de calidad de agua modificado (WQI, siglas en inglés). Se midieron, con la sonda multiparamétrica HORIBA U-10, las características: pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad. La toma de muestra se realizó conforme al manual de campo y procedimiento establecido en la Unidad de Calidad de Agua de la ACP.(Cuenca & Oeste, 2004).

En este proyecto, propone aplicar una metodología para determinar la susceptibilidad de deslizamiento de tierra en la Subcuenca del río Gatuncillo basada en metodologías

indirectas desarrolladas en nuestro país y en otras partes de la región centroamericana. Se establecieron los factores condicionantes y desencadenantes más importantes que inciden en los procesos de deslizamiento para esa región del país; todas estas variables fueron transformadas en bases de datos geoespaciales con la finalidad de analizarlas y relacionarlas de manera integral. El resultado es una fórmula que concatena todos los factores relacionados la cual es aplicada por medio de un Sistema de Información Geográfica y produce el mapa de susceptibilidad de deslizamientos de tierras en la Subcuenca del río Gatuncillo.

Aplicación de métodos indirectos para el análisis de susceptibilidad de deslizamiento en la subcuenca del río Gatuncillo, Panamá.

Disponible en <http://www.cich.org/publicaciones/06/art-deslizamiento-gatuncillo.pdf>

El deslizamiento de tierra constituye un riesgo geológico de origen natural, que toma en consideración una serie de factores naturales y humanos para determinar los niveles de vulnerabilidad a los que se somete la población ante este tipo de amenaza. Los deslizamientos de tierra se han convertido en los últimos años en un tema de gran importancia por los cambios climáticos y ambientales que se están generando en el ámbito global, aunado al rápido crecimiento de la población. El propósito de esta investigación fue establecer los niveles de susceptibilidad de deslizamiento existente en la Subcuenca del Río Gatuncillo localizada en la Cuenca del Canal de Panamá aplicando métodos indirectos por medio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los deslizamientos en Panamá, como en cualquier otro lugar vulnerable a este tipo de amenaza, se ha convertido en un tema de gran importancia, por los grandes cambios

Climáticos y ambientales en el ámbito global y por el rápido crecimiento de la población en áreas de alto riesgo, sin ningún tipo de planificación ni reglamentación del uso de la tierra. En la historia de Panamá han ocurrido deslizamientos generados por actividades sísmicas de magnitud de moderada a alta, por lluvias torrenciales intensas y prolongadas, por excavaciones, cortes en áreas de contactos y comportamiento geológico complejo. Algunos de estos han causado muertes, heridos o pérdidas económicas al Canal, al sistema socioeconómico del país y al medio ambiente, sin embargo, no han alcanzado los efectos ocurridos como en otros países vecinos. A pesar de esta situación, son muy pocos los estudios relacionados con susceptibilidades a deslizamiento en nuestro país y menos el uso de metodologías rápidas e información cartográfica que permitan establecer niveles adecuados de información temática y cartográfica relacionada. **(Lilibeth, Herrera. Mena Yirley. Martínez, n.d.)**

Informe Preparado para la Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos.

Mejoramiento de la Infraestructura Sanitaria de la Actividad Porcina a Nivel Comercial, en la Subcuenca del Río Gatuncillo

La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) con la colaboración de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), están desarrollando el proyecto piloto denominado “Caracterización socio ambiental y modelación de la calidad de agua de la subcuenca del río Gatuncillo”.

El trabajo de identificación, organización y discusión de la problemática existente dentro de la subcuenca ha sido realizado con la participación de la comunidad e instituciones con

presencia en el área, por medio de talleres de consulta con metodologías participativas, encuestas y recopilación de información secundaria.

Después de la presentación de resultados y discusión de la información, los residentes de esta subcuenca coinciden que, para el logro de los objetivos del proyecto piloto, uno de los problemas a resolver, es la contaminación que aporta la actividad porcina en esta zona. La comunidad reconoce el aporte de esta actividad en la generación de empleos localmente.

En los últimos años la actividad porcina ha confrontado serios problemas por la inestabilidad de los precios en el mercado nacional e internacional, producto de la liberación de los mercados (apertura). Es importante, por lo tanto, buscar alternativas que permitan realizar inversiones en momentos donde la actividad pasa por un grado alto de incertidumbre e inseguridad, que sean económica y ambientalmente sostenibles.

A pesar del problema de contaminación identificado en el área, producto del mal manejo de la actividad porcina, encontramos un grupo de productores:

- Conscientes del problema que existe y dispuestos a tomar las medidas preventivas para disminuir la contaminación,
- Anuentes a implementar las medidas que recomienden los especialistas.
- Claros de los beneficios ambientales y económicos que representa la producción más limpia.
- Convencidos de que las técnicas y las tecnologías de producción más limpia pueden adaptarse a sus realidades

- Dispuestos a invertir en mejoras de infraestructura que beneficien su actuación ambiental, pero con necesidades diferentes de apoyo de acuerdo con sus condiciones económicas.

Tomando en cuenta la caracterización realizada, las alternativas de solución del problema y el interés demostrado por los propietarios de las fincas, este perfil propone: un sistema de tratamiento de las aguas residuales, acorde con las necesidades y realidades de cada una de las porquerizas y que ayuden a reducir la contaminación de los recursos hídricos y el ambiente. **(Regency, Piso, & Francisco, 2003)**

Proyecto Silvopastoril Subcuenca del Río Gatuncillo Propuesta Perfil Técnico Informe
Preparado para la Agencia de Desarrollo Internacional de los Estados Unidos

Disponible en <http://www.cich.org/publicaciones/06/proyecto-silvopastoril.pdf>

Para la generación del siguiente documento se utilizó como referencia los resultados obtenidos del informe de diagnóstico socio ambiental generado por el ACP para el desarrollo de esta propuesta de implementación de sistemas silvopastoril en el área de Gatuncillo se tomó en cuenta la participación de los moradores del lugar y visitas de campo a sus fincas, donde se discutieron las debilidades encontradas en las fincas ganaderas.

Se realizaron reuniones con los productores ganaderos del área. Los productores hicieron especial mención de la deficiencia de pasturas y agua en la época seca por lo que se requiere realizar actividades factibles y amigables con el ambiente. Basado en esto, se ha presentado la alternativa de establecer prácticas silvopastoriles, de forma que aporten al mejoramiento tanto de la producción de pasturas como de la calidad de agua en la subcuenca.

En los últimos años, la situación del agua se ha tornado seria, en especial durante los meses de la estación seca. Las fuentes de agua utilizadas en la ganadería provienen, en su totalidad, de ríos, quebradas y ojos de agua, sin embargo, algunos utilizan, en alguna temporada, agua de acueducto (16%) y pozo (2%). En los potreros, el ganado tiene acceso a fuentes de agua en forma libre provocando problemas de erosión en las orillas del río y quebradas, y sedimentación en el cauce.

Los problemas de la sequía en la zona se ven agravados por diversos factores, entre los que se tiene la roza y el desmonte del bosque a orillas del río, quebradas y ojos de agua presentes en las fincas y alrededores. El propósito de estas prácticas es desarrollar una ganadería extensiva en la zona, por lo que también realizan quemas excesivas de las pocas pasturas existentes en los potreros, durante la época seca con la finalidad de producir rebrotes en invierno, pero en muchas ocasiones el fuego no es controlado y produce daños al suelo. La falta de una cobertura boscosa ha generado cambios en el microclima de la subcuenca del río Gatuncillo con las subsecuentes consecuencias. Los ganaderos entrevistados reconocieron que hay cambios en la distribución de las lluvias, en los últimos años, mencionando que años atrás el río Gatuncillo era navegable en cayuco, a diferencia del escaso caudal que presenta actualmente.

El pastoreo intensivo y la falta de lluvias provoca una falta de pastos (forrajes) para el ganado en época seca, además hay un aumento de la erosión en las fincas y la pérdida de la diversidad en la fauna y flora nativa de la subcuenca. La calidad del agua se encuentra afectada por la ganadería, el pisoteo del ganado en las quebradas, la ausencia de bebederos, la deposición de las heces del ganado directamente al caudal de las fuentes de agua, son algunas de las causas. **(Salazar, 2003)**

Publicaciones de Medios de Comunicación

Lluvias provocan desbordamiento de ríos y quebradas en Colón (octubre 2016)

<http://laestrella.com.pa/panama/nacional/lluvias-provocaron-desbordamiento-rios-quebradas-colon/23966182>



Ilustración 1.calle Gatuncillo inundada.

Diversas viviendas resultaron afectadas en los corregimientos de Salamanca, San Juan, Buena Vista y Cristóbal, en la provincia de Colón, tras las fuertes lluvias de esta madrugada. Se desbordaron ríos y quebradas en Salamanca y Gatuncillo Norte. Los puentes vehiculares resultaron sumergidos por las aguas y esto impidió el tránsito de autos por varias horas. Las familias afectadas esperan que las autoridades se apersonen al lugar para ayudarlos. Hasta el momento no se tienen reportes de víctimas fatales, solo de daños materiales. De acuerdo con el reporte del Sistema Nacional de protección Civil (Sinaproc) una vivienda resultó afectada en Sardinilla (corregimiento de Buena Vista), una en el área de La Medalla Milagrosa (corregimiento de Cristóbal), una en Gatuncillo Norte (corregimiento de San Juan), una en el sector de la Feria - Los Viveros (corregimiento de Cristóbal) y un deslizamiento de tierra en el residencial Los Lagos. Se conoció de la pérdida

de cerdos y pollos que fueron arrastrados por la corriente cuando se desbordaron las quebradas y ríos. Lluvias generan inundaciones y deslizamientos en la provincia de Panamá (octubre 2016)

Reportan inundaciones y deslizamientos de tierra en Panamá y Colón

https://www.tvn-2.com/nacionales/rio-desborda-La-SiestaTocumen_0_4599290050.html

Productos de las lluvias que se registraron el pasado 16 de octubre en la provincia de Panamá y Colón se generaron una serie de deslizamiento y desbordes de quebradas en ambas provincias. Personal del Sinaproc realizó evaluaciones en el área de Gatuncillo norte debido al desbordamiento de la quebrada, también en el sector de la feria, los viveros, residencial el lago y sardinilla debido a reporte de inundaciones y deslizamientos



Ilustración 2. inundación registrada

Lluvias causan afectaciones en Colón, Panamá Este y Chitré

<http://www.critica.com.pa/nacional/lluvias-causan-afectaciones-en-colon-panama-este-y-chitre-451306>

Delfia Cortez / Colón

Los fuertes aguaceros que cayeron desde la madrugada del domingo causaron inundaciones en los corregimientos de Nuevo San Juan, Salamanca, Cristóbal y Buena Vista, en la provincia de Colón

En Colón residentes de la entrada a Gatuncillo, el Jardín El Guandusal, Los Lotes, la escuela primaria de Gatuncillo y otros, se vieron afectados por las inundaciones.

Sayo Domínguez propietario del Jardín El Guandusal, con más de 45 años de residir en el lugar, dijo que son muchas las pérdidas que ha tenido a lo largo de todos estos años. Varios vehículos tuvieron que ser desalojados porque se llenaron de agua. Así mismo madres de familia dijeron que para este lunes no enviarán a sus hijos porque ya lo han advertido a la directora y temen que esto ocurra cuando están dando clases. Más de 10 casas fueron afectadas y siguen con las evaluaciones por parte del Sistema Nacional de Protección Civil, en Colón.



Ilustración 3 río sale de su cauce e inunda la calle



Ilustración 4. deslizamiento registrado.

150 familias afectadas en la provincia de Colón por Otto

<http://www.panamaamerica.com.pa/provincias/150-familias-afectadas-en-la-provincia-de-colon-por-otto-1051194>

Unas 150 familias afectadas por las lluvias e inundaciones acompañadas de fuertes vientos es el balance del mal tiempo que afectó la provincia de Colón.

Una de las mayores afectaciones es en el corregimiento de Guásimo, donde unas 70 familias han sido afectadas por las inundaciones en sus viviendas, y unas 10 en el corregimiento de Achiotte en el distrito de Chagres. Mientras que unas cinco familias en la comunidad de Gatuncillo, corregimiento de Nuevo San Juan, resultaron damnificadas. En el corregimiento de Salamanca, varios sectores también enfrentan la falta de fluido eléctrico. Mientras que el IDAAN informó que, debido a las fluctuaciones en el sistema eléctrico, se dieron bajones, lo que afectó la planta potabilizadora de Sabanitas, por lo que poco a poco, el servicio llegará a las viviendas. Se coordina por medio de la gobernación, la ayuda a las personas damnificadas y afectadas por estas lluvias en conjunto con las juntas comunales.



Ilustración 5. area afectada.

Unos 12 colegios en Colón afectados por tormenta tropical Otto

http://static1.telemetro.com/nacionales/colegios-Colon-afectados-tropical-Otto_0_974603423.html

Catherine Perea
| 23 NOV 2016 07.06PM
La



Ilustración 6. Escuela primaria de Gatuncillo norte

Dirección Regional de Educación de la provincia de Colón dio a conocer que unos 12 centros educativos fueron afectados por los fuertes vientos y lluvias a causa de la tormenta tropical Otto. Estos son escuela Boca del Congal, Villa del Carmen, Carlos Clemend, Pablo Arosemena, Quebrada Bonita #1, El Jiral, República de Paraguay, Adelaida Vda. De Herrera, El IPHE, Juan Antonio Enríquez, Primaria de Gatuncillo y el centro educativo Gatuncillo.

A través de un comunicado, la Dirección Regional de Educación de Colón informó que en estos colegios las clases se encuentran suspendidas hasta segunda orden, mientras que el personal de las direcciones de mantenimiento y educación ambiental del Ministerio de Educación (Meduca) están evaluando los daños registrados y trabajando en cada plantel, para lograr el regreso a clase

Cientos de casas afectadas por inundaciones en Colón

<https://metrolibre.com/index.php/principales/112917-prohiben-acceso-a-las-playas-en-colon-por-oleaje-y-fuertes-lluvias>

El Sistema Nacional de Protección Civil informó que al menos 210 casas se encuentran afectadas por las fuertes lluvias que se registró este 5 de enero en la provincia de Colón.

Según información preliminar en el corregimiento de Donoso: 120 casas del sector de Icacal y 80 residencias en Río Indio se vieron perjudicadas; mientras que en Costa Abajo, en el sector de San Antonio, corregimiento de Nombre de Dios, se contabilizaron 10 hogares.

También se tiene denuncias de viviendas deterioradas en el corregimiento de Gobeá, en Costa Abajo; y el corregimiento de Cacique, en el distrito de Portobelo.

Así mismo se registra tres caídas de árboles en el corregimiento de San Juan, sector de Gatuncillo norte y sur; y el sector de Sabanitas – Limón, del distrito de Colón.

Por su parte el vicegobernador de la provincia de Colón, José Mercedes Coronado, anunció que está prohibido el uso de las playas en Costa Arriba y Costa Abajo, durante este fin de semana, en el que se espera se mantenga los fuertes oleajes y lluvias en la zona atlántica.

Anegaciones y deslaves de tierra en colon 17 de octubre de 2016

[https://impresa.prensa.com/panorama/Anegaciones-deslave-tierras-](https://impresa.prensa.com/panorama/Anegaciones-deslave-tierras-Colon_0_4599290201.html)

[Colon_0_4599290201.html](https://impresa.prensa.com/panorama/Anegaciones-deslave-tierras-Colon_0_4599290201.html)



Ilustración 7.inundaciones en el sector

En diversos sectores de la provincia de colon se reportaron ayer inundaciones y deslizamientos de tierras debido a las fuertes lluvias según el informe del sistema nacional de protección civil (Sinaproc).

Entre las comunidades afectadas están Gatuncillo norte, la medalla milagrosa, los lagos, la feria, los viveros ubicados en el corregimiento de Cristóbal, salamanca y buena vista.

Por otra parte, las autoridades de la entidad recomendaron a la población que viven a orillas de ríos, quebrada y lagos estar alertas ya que el mes de octubre es el mes que más lluvias se reportan en panamá

Visita a las instituciones de Etesa y contraloría

Censo 2010

Cuadro 1. Datos del censo

Lugar poblado	población de 10 años o mas	Población total (hombres, mujeres y personas de 18 o más)
Los Playones	72	86
Quebrada Ancha	99	305
Corozal	29	43
Gatuncillo Arriba	18	20
Cabecera de Gatuncillo	9	12
Nuevo Ocú	369	470
Nuevo Paraíso	538	663
Nuevo San José	266	336
Gatuncillo	3,704	4,605
El Valle de la Unión	843	1,081
Alto de la gloria	73	87
Rincón caliente	13	16
Las Tablitas	152	179
Sardinilla (P)	381	487

Datos por la Contraloría de la Republica

De acuerdo con el último censo realizado en el año 2010 se ha visto el auge poblacional que se ha presentado en dicha subcuenca. Se puede ver como la población de la subcuenca del Gatuncillo ha aumentado en los últimos diez años. Dentro de sus comunidades destacan la misma comunidad de Gatuncillo el cual posee una mayor población con alrededor de 4,605hab. Entre hombre mujeres y personas de 18 años.

Y la población de la subcuenca del río Gatuncillo es de 8,390. Comparado con el censo del año 2000 ha tenido un aumento poblacional de 384 habitantes entre mujeres, hombres, personas mayores de 18 años y cada día aumentan mucho más, para el 2020 se espera un crecimiento poblacional mucho mayor al que presento en el año 2010.

Precipitación Anual por Etesa de las diversas Estaciones Meteorológicas

Cuadro 2. Datos de precipitación.

<i>Estación la Humedad-Colón- Colón. salamanca (115-025)</i>	<i>Estación Buena Vista- Colón-Colón- Buena Vista (115-126)</i>	<i>Estación Salamanca- Colón- Colón-Salamanca (115-018)</i>
Año 1966	Año 2017	Año 1967
Total:	Total	Total
2334.7 mm	2646 mm	2481.4 mm
Año 1992:	Año 2018	Año 1985
Total	Total	Total
2363.5 mm	173.5mm	2328.1
Año 2008		Año 2010
Total;		Total
2007 mm		3913mm

De acuerdo con los datos recabados de las diversas estaciones meteorológicas que se encuentra ubicados en la Provincia de Colón, escogí estas tres ya que son las más cercanas a la subcuenca de estudio que es la del Gatuncillo. Una de las estaciones meteorológicas es nueva ya que solo posee registro de dos años. Y es la estación de Buena Vista Colón. Como podemos observar en Colón es una de las Provincias que más llueve debido al que pertenece a la parte caribe del País. Por lo general las precipitaciones no bajan de 2,000.00 mm anualmente lo que nos indica que son precipitaciones de consideraciones

Materiales y Métodos

Localización

La investigación se realizó en la provincia de colón, específicamente en el río Gatuncillo el cual es una subcuenca del río Chagres ya que este drena sus aguas al río Chagres.

La subcuenca del río Gatuncillo se ubica en la provincia de colon y distrito de colon y además abarca parte de los corregimientos de buena vista, salamanca, san juan y santa rosa. Se encuentra en dirección norte sur, mostrando un relieve accidentado en el cual se observa sus pendientes como desciende de manera escarpada hacia el fondo del valle, el río nace en la sierra maestra a 420 metros sobre el nivel del mar. El río Gatuncillo se localiza a los $91^{\circ} 12' 31''$ N y $79^{\circ} 39' 01''$ W.

Para la realización de la investigación en el río Gatuncillo se realizaron determinaciones en campo, y se tomaron respectiva muestras representativas del lugar para ser analizadas en el laboratorio, las muestras fueron llevada al laboratorio de la universidad de panamá para su debido analices, para ellos utilizamos los siguientes métodos y materiales.

2.1. Materiales para la Determinación de textura

Para el análisis granulométrico de la subcuenca se utilizaron los siguientes materiales

- Hidrómetro tipo boyucos.
- Muestra de suelo del área de estudio
- Agitador mecánico
- Aceite mineral
- Cilindro de sedimentación de 1000 ml
- Embolo
- Termómetro
- Capsula de aluminio

2.2. Metodología para el análisis granulométrico del suelo

Para la determinación Análisis granulométrico del suelo se usó el método de Bouyoucos este método se basa en la ley y Stokes el cual dice que la proporción en que caen las partículas en un fluido viscoso y de la medida de esa proporción, puesto que mientras la partícula esta en movimiento hay una fuerza proporcional a la velocidad que resiste al mismo.

Consiste en pesar 40 gramo de suelo de la subcuenca del rio Gatuncillo las cuales son vertidos en una capsula de aluminio; A esta se les añade 100cc de polifosfato de sodio y 100cc de agua destilada. Luego se dejan 10 minutos para que haga digestión. Se calibra el hidrómetro realizando una lectura en blanco con agua destilada y se toma la temperatura, para luego restarle este resultado de la calibración del hidrómetro a las lecturas que se toman. Pasado los 10 minutos se colocan 5 minutos en un agitador mecánico.

Esta mezcla es vertida en un cilindro de sedimentación de un litro el cual es limpiado con una botella limpiadora y se le agrega de 5 a 10 gotas de aceite mineral y Se llena completamente con agua destilada hasta llegar al volumen establecido. Luego con un embolo que posee en su base un disco se agita por un minuto la mezcla que está en el cilindro de manera vertical para que la mezcla quede totalmente homogenizada, luego de esto se le coloca el hidrómetro ya calibrado y se toma de manera inmediata las lecturas, a los cuarenta segundos se toma la primera lectura. Luego a los 4 minutos se toma la siguiente lectura y luego se dejan por dos horas para tomar la última lectura.



Ilustración 8. cilindros de sedimentación

Luego de obtener los resultados de las diversas lecturas se utilizan las siguientes fórmulas para el debido resultado de porcentaje de arena, arcilla y limo.

$$\text{porcentaje de arena} = 100 - (\text{lectura a los 40 seg. corregida} \times 100) \div M_{ss}$$

$$\text{porcentaje de arcilla} = (\text{lectura a las 2 horas corregida} \times 100) \div M_{ss}$$

$$\text{porcentaje de limo} = (\text{lectura a los 40 seg. corregida} - \text{lectura a las 2 horas corregidas}) \times 100 \div M_{ss}$$

Luego de obtener todo estos resultados se le asigna una clase textural a cada muestra obtenida. Se utiliza el triángulo textural para determinar la clase textural al que pertenecen las muestra de suelo , El método del triángulo textural se basa en el sistema que aplica el USDA según el tamaño de las partículas, en el que se emplea el diagrama siguiente:

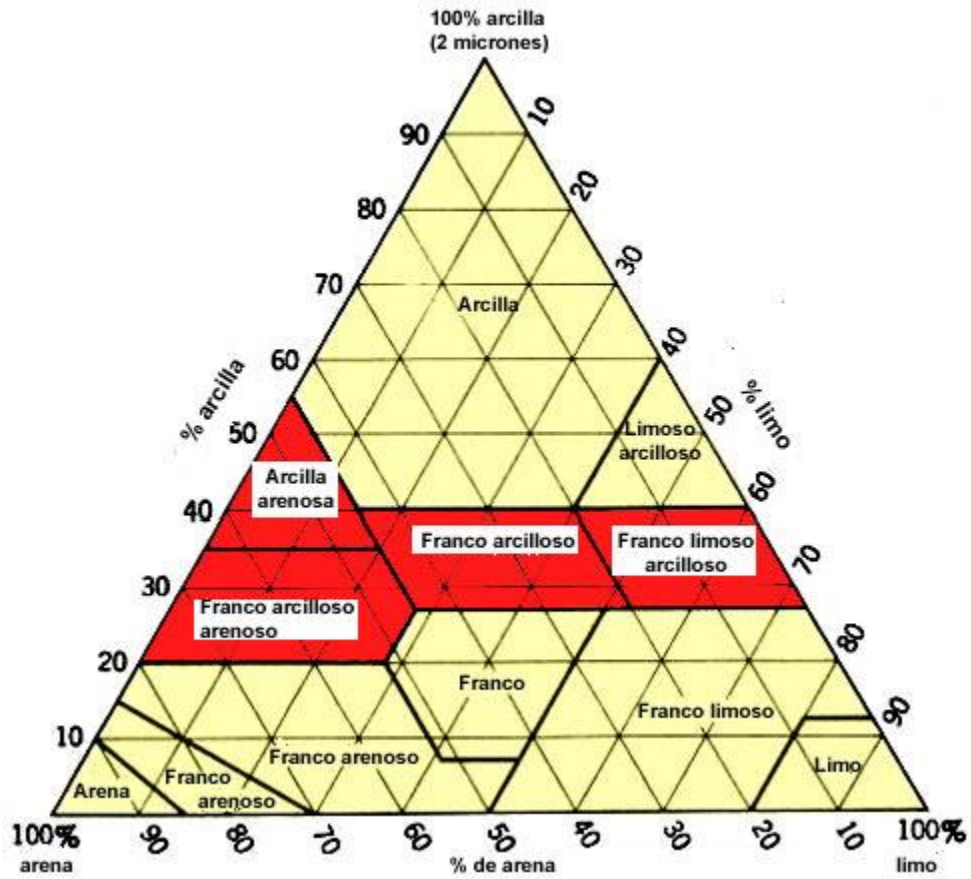


Ilustración 9. triangulo textural

3.1. Materiales Determinación de densidad aparente

Para la determinación de densidad aparente se usó el método del anillo volumétrico el cual es el más utilizado para determinación de densidad aparente, para determinar los resultados obtenidos se utilizaron los siguientes materiales.

- Anillo
- Caja
- Papel filtro
- Regla
- Liga
- Balanza
- Bandejas
- Papel aluminio

3.2. Metodología para la determinación de densidad aparente

La metodología del anillo volumétrico consiste en tomar un anillo volumétrico el cual tiene una parte afilada, esta parte afilada es introducida en una área de suelo que no esté perturbada se introduce el anillo luego es retirado con cuidado evitando deformar la muestra. Luego se limpia el cilindro y se corta el exceso de suelo que se encuentra en el cilindro, uno de los lado del cilindro es cubierto con pale filtro y el otro lado con papel aluminio este sistema se sujeta con una liga se lleva al laboratorio se pesa y luego se lleva al horno a 110°C por 24 horas, se retirar del horno y nuevamente se pesa. Con los datos obtenidos se Calcula la densidad aparente del suelo con la siguiente expresión

$$\text{Densidad (g/cc)} = \frac{\text{peso de la muestra seca a } 110^{\circ}\text{C}}{\text{Volumen del anillo o cilindro.}}$$



Ilustración 10. toma de la muestra para ser llevada al laboratorio

3.1. Materiales y métodos para Determinación de análisis de fertilidad

Para determinar la fertilidad del suelo se usaron diversos factores como lo es, pH, fósforo, potasio, calcio, magnesio, aluminio, materia orgánica, hierro, cobre, manganeso, zinc y sodio. Cada uno de estos factores posee materiales y métodos distintos para poder determinarlo.

3.1. Determinación de PH.

Para determinar el pH en el suelo usamos un pH-metro o potenciómetro para lo que se necesitaron los siguiente materiales : medidor de PH (potenciómetro), vasos químicos de 50 y 100 ml, varillas de vidrios, botella lavadora, balanza, espátula, cilindro graduado de 25 ml. Se usó diferentes soluciones como las amortiguadoras de pH 4.00, 7.00 y 8.00. Soluciones de KCl 1N. Pesar 74.56 g de sal, disolver con agua destilada y aforar hasta 1 litro. Y Soluciones de CaCl₂ 0.01 M. pesar 1.46 g de la sal CaCl₂ · 2H₂O, disolver con agua destilada a un litro.

Para iniciar el método se realiza una suspensión suelo-agua en relación 1:2.5 luego se Coloca 10 g de tierra fina seca al aire en un vaso químico de 50 ml rotulado y adicional 25 ml de agua destilada o desionizada. Se Agita con la varilla de vidrio (Individual) por unos minutos y luego periódicamente hasta 30 minutos. Se Conecta el potenciómetro, por lo menos 30 minuto ante de ser usado. Se Calibrar el potenciómetro con la soluciones amortiguadora de pH 4.00, pH 7.00 y pH 8.00. Se Agita cada suspensión con la varilla de vidrio, se sumerge los electrodo en la suspensión homogenizada y procede a tomar la lectura del pH.

Se determina el pH en una suspensión de suelo KCl 1N en relación a 1:2.5, colocando 10 g de tierra fina seca en un vaso químico de 50 ml y adicional 25 ml de la solución KCl 1N, procede de la misma forma indicada para la determinación del pH en agua. También se

determina el pH en una suspensión de suelo CaCl_2 0.01 en relación a 1:2.5, por igual se colocó 10 g de tierra fina seca en un vaso de químico de 50 ml y adicional 25 ml de la solución de CaCl_2 0.01 y proceder de la misma forma indicada para la determinación del pH en agua.

3.1. 1. Determinación de los macros y micro-nutrientes

Para determinar los macros y micro nutrientes se utilizaron el método de espectroscopia de absorción atómica. En el cual se utilizaron diversos materiales y reactivos detallados a continuación:

- Matraz Erlenmeyer de 125ml
- Vaso químico de 100ml
- Espátula
- Capsula para pesar
- Agitador mecánico
- Embudo
- Papel filtro whatman No.1
- Pipetas
- Aparato de absorción atómica
- Lámpara catódica para potasio

Y los Reactivos de Solución extractora de HCl 0.05 y H_2SO_4 0.025N: adicionar 43 ml De ácido clorhídrico ($d= 1.19$) y 6.9ml de ácido sulfúrico ($d= 1.84$) en aproximadamente 5 litros de agua destilada y completar con agua hasta un volumen de 10litros.

Solución de LaCl_3 al 1%: disolver 1 gramo de LaCl_3 en un litro de agua destilada. Solución patrones de K de 2, 4,8 y 12ppm.

Luego de obtenido todo estos reactivos y materiales se procede a la Extracción Pesamos 5 g de tierra fina secada al aire y se coloca en un Erlenmeyer de 125ml. Se Agregan 50ml de la solución extractora. Se Agita durante 15 minutos en un agitador mecánico .se Filtrar por

gravidad con papel filtro whatman No.1 para un vaso químico de 100ml. Luego se hacen las Lecturas en el aparato de absorción atómica shimadzu AA-7000, Se Prepara disoluciones de la muestra con LaCl_3 de 1:10 (se toma una alícuota de 1 ml de la muestra y se adiciona 9 ml de la solución de LaCl_3 al 1%).

Se Prepara dilución de la muestra con agua destilada de 1:100 y 1:1000 a partir de la dilución con LaCl_3 . Luego se Calibra el aparato de absorción atómica utilizando soluciones de patrones de K de 2, 4, 3 y 12ppm a la longitud de onda de lectura para el potasio con la lámpara catódica de potasio. Se Determine los ppm de las muestra diluida en el aparato de absorción atómica.

3.1.2. Determinación de materia orgánica

Para la determinación de la cantidad de materia orgánica que se presenta en los suelos de la subcuenca del río Gatuncillo se utilizaron los siguiente materiales Erlenmeyer de 500ml, Pipeta de 10 ml, Balanza y Reactivos (dicromato de potasio, disolución ferrosa, indicador de fenilamina, ácido fosfórico concentrado y ácido sulfúrico concentrado). La metodología consiste en Se pesa 0.5 g de suelo de la subcuenca del rio Gatuncillo, Luego es transferido a un matraz de Erlenmeyer y se le añade con la pipeta 10ml de dicromato de potasio de concentrado 1N.mezclando el suelo con el dicromato de potasio. Seguido Se le añade 20 ml de H_2SO_4 concentrado y se agita por 1 minuto. Dejamos reposar la mezcla por unos 30 minutos. Posteriormente se realiza un ensayo en blanco (sin suelo) de la misma forma. Se le agrega 200ml de agua destilada, 10 ml de H_3PO_4 ya en un soporte donde tenemos una pipeta sobre el matraz se colocan unas 20 gotas del indicador de fenilamina y agitar. Dentro de la pipeta se encuentra una solución ferrosa la cual se deja caer sobre la mezcla en el Erlenmeyer

hasta que se obtenga un color verde brillante. Que es el que nos indica la presencia de materia orgánica.

3.1. Materiales y método para la Determinación de los límites de Atterberg

Para determinar los límites de Atterberg Se procede a agregar o retirar agua según sea necesario y revolver la muestra hasta obtener una pasta semi-líquida homogénea en términos de humedad, cabe destacar que los límites de Atterberg poseen limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad, se utilizaron los siguientes materiales para el análisis

- Máquina de Casagrande
- Acanalador
- Balanza
- Varios: espátula de acero flexible, cápsulas de porcelana, horno regulable a 110°, agua destilada, capsula de aluminio.

3.1.1. Metodología para la Determinación del límite líquido.

El límite líquido se determina sabiendo que el suelo tiene una pequeña resistencia al corte de tal modo que la muestra de suelo, necesita de 25 golpes para cerrar dos secciones de una pasta de suelo. se debe iniciar preparando una pasta de suelo en la cápsula de porcelana con una humedad ligeramente superior, desmontar y secar la cápsula de la máquina de Casagrande, asegurándose que ella se encuentre perfectamente limpia y seca antes de iniciar el procedimiento, montar la cápsula en su posición se coloca el suelo húmedo en la cápsula, alisando la superficie con la espátula; usando el acanalador se separa el suelo en dos mitades según el eje de simetría de la cápsula, girar la manivela de manera uniforme a una velocidad de revoluciones/seg; continuar hasta que el surco se cierre; anotar el número de golpes, revolver el suelo en la cápsula de Casagrande con la espátula y repetir las

Operaciones, tomar una muestra de aproximadamente 5 g de suelo en la zona donde se cerró el surco y pesarla de inmediato para obtener su contenido de humedad, vaciar el suelo de la cápsula de Casagrande a la de porcelana y repetir, hasta llegar a un número de golpes de 15 a 25.



Ilustración 11. Determinación del límite líquido.

3.1.2. Metodología para la Determinación del límite plástico

El límite plástico es el contenido de humedad para el cual el suelo se fractura al ser amasado en bastoncitos cuando se amasa una pequeña porción de suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa. Utilizar una porción del material que queda del ensayo del límite líquido, tomar una bolita de suelo de 1 cm³ y amasarla sobre el vidrio con la palma de la mano hasta formar bastoncitos de 3 mm de diámetro aproximadamente, reconstruir la bolita de suelo, uniéndolo con fuerte presión de las puntas de los dedos y amasar nuevamente un bastoncito hasta llegar al límite plástico. El límite plástico, corresponde al contenido de humedad para el cual un bastoncito de 3 mm, así formado, se rompe en trozos,

si no se está seguro de haber alcanzado, es recomendable amasar una vez más el bastoncito, pesar inmediatamente el bastoncito así formado para determinar su contenido de humedad.

Realizar 2 o 3 veces y promediar.

Para la determinación de índice de plasticidad se obtiene restando los resultados de límite líquido y límite plástico



Ilustración 12. Determinación del límite plástico

3.1. Metodología y materiales para la Elaboración de mapas

Para la realización de los mapas de la subcuenca fue necesaria la adquisición de imágenes de satélite recientes de alta resolución (pleyades, rapideye, geoeye o wordview) y la toma de fotografías aéreas con drones, las cuales procesamos con el software Arcgis.



Además las imágenes de satélite se adquirieron igualmente un modelo digital del terreno del área de estudio que permitió evaluar la topografía y pendiente.

Las imágenes satelitales fueron obtenidos de las compañías **Planet Lab**. Para así ayudar a generar las modelos de los mapas de cobertura boscosas, isoyetas, red de drenaje, población, pendiente, entre otros, cabe destacar que las imágenes seleccionadas fueron las que no presentaban gran cantidad de nubosidad.

Cabe destacar que el uso del dron fue implementado para la toma de fotografías áreas en el lugar de estudio y el dron utilizado fue **modelo Phantom 4 PRO**, de la marca DJI. Fue el utilizado para tomar estas fotos y así corroborar con estas fotos los datos reflejado en el estudio. Este dron tiene una altura máxima configurada de 120 metros y una distancia máxima de cinco kilómetros y no es recomendable volarlo a más de un kilómetro de distancia.

Con la ayuda de los modelos digitales del terreno se subdividieron el área de estudio, se calculó la pendiente, la exposición y el área de drenaje de cada una de las subunidades a investigadas en el estudio.

En base a los datos recabados en campo y la información hidrometeorológica de la base de la empresa de generación y transmisión eléctrica ETSA disponible se validaron las isoyetas y se realizarán cálculos, con la ayuda de los modelos digitales del terreno disponibles, de tal manera que con las capas de cobertura vegetal generado por la base de datos de la ACP y mi ambiente, la distribución de la población y de las actividades económicas se determinaron las diferentes zonas de vulnerabilidad a desastres naturales relacionados con los fenómenos hidrometeorológicos, tales como deslizamientos e inundaciones. Cabe decir que dentro de los mapas generados tenemos el de pendiente que

es importante ya que nos puede indicar de manera general las áreas susceptibles a deslizamiento, el mapa de isoyetas es de importancias ya que nos ayuda a conocer la cantidad de lluvia que cae sobre la subcuenca del río Gatuncillo, el mapa de cobertura boscosa nos ayuda a conocer la vegetación que se mantiene en el lugar y así determinar el cambio del uso del suelo en el lugar de estudio.

Ya que la subcuenca posee características diferentes los resultados de este estudio podrán ser utilizados para ser aplicados en otras cuencas con características similares en lo que respecta a la prevención de desastres y la gestión de riesgos en la área que es vulnerable.

2.2.1. Parámetros a Evaluar

- Determinar la densidad aparente
- Determinar análisis granulométrico
- Límites de Atterberg
- Fertilidad del suelo
- Evaluar las áreas vulnerable a inundación y deslizamientos

Coordenadas de las muestras tomadas

Cuadro 3. Coordenadas de los lugares donde se tomaron las muestras

Coordenadas	Rango	Lugar	Siglas
0650442 1026987	8-15	paraíso	G-P
0651515 1030702	0-8	Gatuncillo norte	G-GN
0648303 1022092	0-8	Gatuncillo sur	G-GS
0652650 1034081	25-45	Nuevo Ocú	G-NO
0652881 1034730	45-75	Gatuncillo arriba	G-GA
0636294 1029833	+75	Límite de la cuenca Gatuncillo	G-LCG
0650595 1029833	15-25	San José	G-SJ

3. Resultados y Discusión

Para la elaboración de esta investigación se evaluaron diversos parámetros como lo son las propiedades físicas del suelo que abarcan específicamente, Textura del suelo, Densidad aparente, Fertilidad y los límites de Atterberg. Se tomaron muestras de suelo en el campo para ser analizadas en el laboratorio.

La metodología utilizada para dichos análisis de suelo consistió en tomar las muestras por rango de pendiente, se trabaja de esta manera ya que permite abarca gran parte de la Subcuenca del Río Gatuncillo. Se tomó por cada rango de pendiente su respectiva muestra para el análisis de los diversos parámetros.

Cuadro 4. Propiedades Físicas del Suelo de la Subcuenca Del Rio Gatuncillo

Parámetro	Unidades	Rango de pendientes					
		0-8%	9-15%	16-25%	26-45%	46-75%	>76%
Arena	%	34.43	33.63	45.23	26.47	12.63	26.46
Arcilla	%	38.56	47.99	25.06	55.33	74.24	52.73
Limo	%	27.0	18.37	29.71	18.20	13.13	20.80
Textura	---	Franco arcilloso limoso	arcilla	Franco limoso	arcilla	arcilla	Arcilla
Densidad Aparente	g/cm^3	1.12	1.09	1.01	1.01	1.01	1.10
Límite Líquido	%	32.04	34.89	30.15	29.08	27.68	32.01
Límite Plástico	%	19.03	18.74	12.19	13.43	17.40	21.12
Índice de Plasticidad.	%	13.01	16.15	17.96	15.65	10.28	10.98

Análisis granulométrico

Como podemos observar en el Cuadro 4, los suelos de la subcuenca del río Gatuncillo poseen en su gran mayoría una textura arcillosa. Por ser un suelo arcilloso es considerado “suelo pesado”. Estos suelos que poseen un mayor contenido de arcilla son pobres en drenaje y tiende a compactarse. Por ser arcillosos tienden a tener una buena cohesión y límite líquido más alto.

Se puede observar que el mayor porcentaje de arcillas lo presentan los suelos con rango de pendiente de 46% a 75% con 74.24 por ciento de arcilla, seguido por las pendiente de 26 a 45 por ciento con 55.33 por ciento de arcilla y la pendiente mayor de 76 por ciento con 52.73 por ciento respectivamente los cuales se registran en los puntos más alto de la subcuenca alrededor del divisorio de aguas de la subcuenca.

El porcentaje más bajo en arcilla registrado es de 25.06 por ciento en el rango de pendiente de 15% a 25% ubicado en la parte media de la subcuenca, los porcentaje medios en arcilla se registran en las pendiente de 0 a 8% y de 8% a 15% con una cantidad de arcilla de 38.5 y 47.99 por ciento respectivamente. Aunque son considerados el porcentaje bajo y medio de contenido de arcilla comparado a otros suelos, estos suelos de la subcuenca del Gatuncillo poseen alto contenido de arcilla.

Los suelos con textura arcillosa tienen un espacio total poroso mayor que los suelos arenosos, debidos a lo cual el suelo absorbe y retiene más agua. Esto hace que estén mal aireados y el drenaje sea pobre. Incluso cuando el suelo se seca, la textura fina de sus partículas hace que se unan o formen terrones.

Dado que los suelos arcillosos tienen una alta capacidad de retención de agua, son proclives a alternar la contracción y la expansión en la época lluviosa. Esta expansión y contracción crea “agitaciones” por las cuales las plantas se ven expulsadas del suelo, a menudo en detrimento de las raíces. Cuando el suelo arcilloso se seca, forma una corteza y se resquebraja.

Densidad aparente

La densidad aparente del suelo es un buen indicador de propiedades importantes del suelo, como son: la compactación, porosidad, grado de aireación y velocidad de infiltración. Esto condiciona la circulación de agua y aire en el suelo. A diferencia de la textura, la densidad aparente es una propiedad dinámica, que varía con las condiciones estructurales del suelo. El grado de estructuración del suelo puede variar por condiciones de manejo, tales como el paso de maquinaria u otras labores agrícolas, la densidad aparente es un indicador del grado de compactación que tiene el suelo, y su restricción relativa al desarrollo radicular de las plantas.

La densidad aparente de los suelos en esta subcuenca (Cuadro 4) van entre 1.12 y 1.01 gramos por centímetros cúbicos, el mayor valor de densidad se encuentra en las pendientes de 0 a 8 por ciento con una densidad de 1.12 gramos por centímetros cúbicos. Esto se registra en la pendiente más baja de la subcuenca y donde se presenta mucho más las inundaciones. Estos valores corresponden a la parte de la subcuenca que se encuentra mucho más urbanizada y los suelos se encuentran compactados. Se puede observar que adicional a este dato, en la parte más alta de la Subcuenca del Río Gatuncillo se registra un porcentaje más alto de densidad aparente de 1.10 g/cm^3 , correspondiente al rango de

pendiente mayor a 75%. Está pendiente se encuentre en el divisorio de agua de la subcuenca a pesar de estar en la parte alta esto suelos se encuentran compactados ya que ha aumentado la actividad antropogénica del lugar y no existe cobertura de bosque maduro.

Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg se dividen en límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad. Para el límite líquido, es conocido que si los suelos arcillosos son sometidos a esfuerzos pequeños la arcilla se deforma elásticamente, sin embargo cuando el esfuerzo es mucho mayor que el esfuerzo de cadencia la arcilla se deforma plásticamente y si el contenido de agua es relativamente mayor la arcilla fluye como un líquido viscoso como el caso de las suspensiones altamente concentrada.

De acuerdo con el Cuadro 4. Se obtuvieron porcentajes altos de Límite Líquido ya que el contenido de arcilla influye en esta propiedad, Donde se observa más relación es donde se presenta la mayor cantidad de arcilla y tiene un líquido más bajo estos se registra en la pendiente de 45-75 por ciento con un límite líquido bajo de 27.68. Por lo que el suelo fluye de manera más rápida

Para el parámetro del límite plástico el porcentaje más alto se registró en la pendiente de mayor de 76 por ciento con un límite líquido de 21.12 seguido por límites líquidos de 19.03, 18.74 y 17.40 porcientos registrado en las pendiente de 0 a 8%, 9 a 15% y 46 a 75% por ciento respectivamente. El límite líquido más bajo se registró en la pendiente de 16 a 25 por ciento con un valor de 12.19 por ciento seguido por un porcentaje de 13.43 registro en la pendiente de 26% a 45% por ciento.

El índice de plasticidad es también una buena indicación de la compresibilidad del suelo (es el grado en que una masa de suelo disminuye su volumen bajo el efecto de una carga.). Mientras mayor sea el IP, mayor será la compresibilidad del suelo. De acuerdo a la definición de Atterberg de índice de plasticidad el cual se define como la capacidad de un suelo de ser deformado, y se observó que los suelos arcillosos en condiciones húmedas son plásticos y se vuelven muy duros en condiciones secas.

De acuerdo al resultado de los índices de plasticidad tiene dos categorías franco arcilloso y arcilla ya que su valor oscila entre 10 y 20 y su plasticidad es mediana

Las arcillas absorbe gran cantidad de agua pero llega a un límite en la cantidad de agua es tanta y adicional a esto la compactación ya sea por animales, maquinaria, o la cantidad de cemento que arroja sobre los terrenos para construcciones por lo que las partículas del suelo ceden y estas se deforman, además de que pueden causar un deslizamiento en determinado momento, a pesar de ser un suelo que no se lava fácilmente, con el tiempo el lavado de estas arcillas van a dar a las partes baja de la subcuenca empeorando así el problema de inundación que aquí se mantiene.

Fertilidad de los suelos

Cuadro 5. Propiedades químicas del suelo en pendientes de 45% a 75%

Parámetro	unidades	Resultados	Valores
pH	En agua (1:2.5)	3.93	Muy acido
Fosforo	Ppm	1	Bajo
Potasio	Ppm	76	Medio
Calcio	meq/100g	0.86	Bajo
Magnesio	meq/100g	3.32	Alto
Acidez	meq/100g	6.5	medio
Aluminio	meq/100g	4.1	Alto
Materia orgánica	%	2.36	Baja
Hierro	ppm	67	Medio
Cobre	ppm	16	Alto
Manganeso	ppm	37	Medio
Zinc	ppm	2	Bajo

En el Cuadro 5 se presentan los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de suelo de la subcuenca del río Gatuncillo. De acuerdo con el Cuadro 5, podemos observar que el suelo de la subcuenca del río Gatuncillo posee una baja fertilidad ya que para un pH en agua presento un pH muy ácido con valor de 3.93. También el suelo presenta valores de baja o casi nula cantidad en fosforo con solo 1 ppm, poca cantidad de calcio con 0.86 meq/100g, y muy poca cantidad de materia orgánica con solo 2.36 porciento. Así mismo

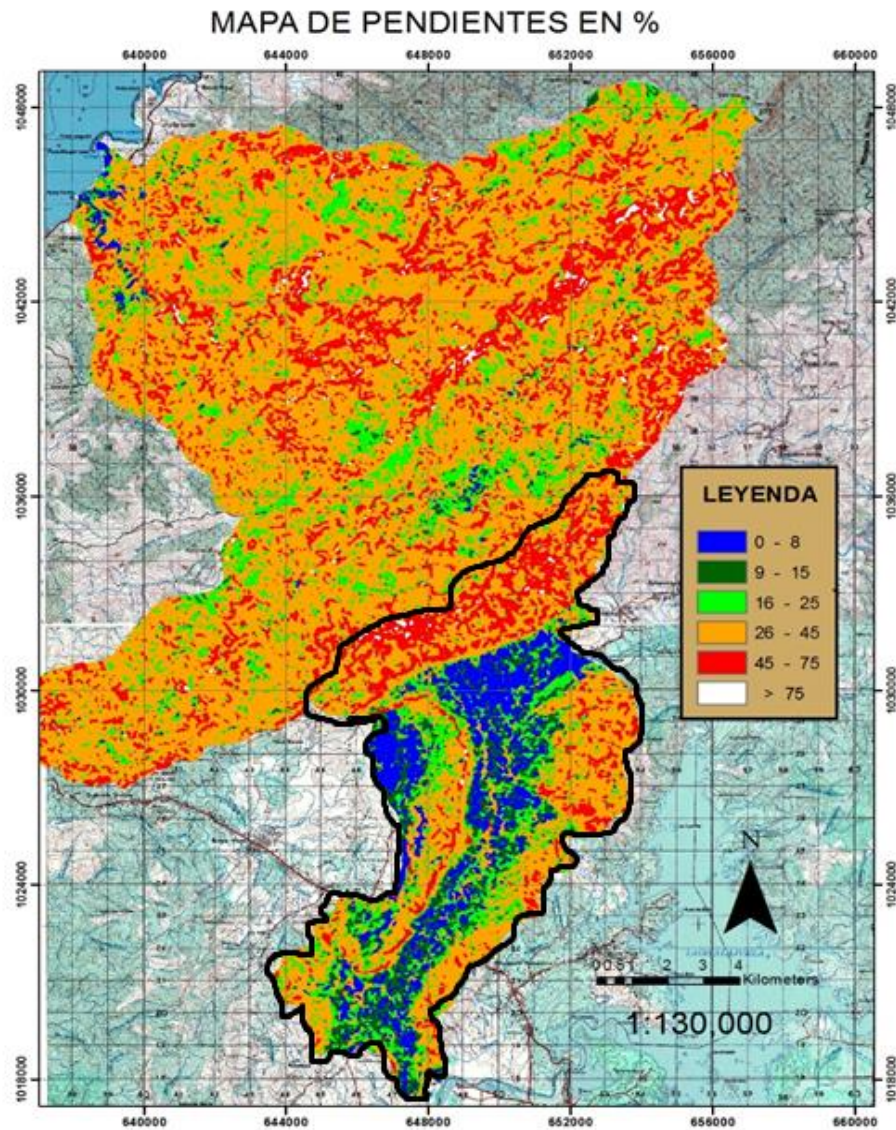
el resto de los resultados son muy bajos y no le proporciona muy poca cantidad de macros y micro nutrientes a las plantas que aquí se puedan producir comercialmente.

Elaboración de Mapas

Los mapas de pendiente, isoyetas, red de drenaje, cobertura boscosa, lugares poblados y vías de acceso fueron generados durante la presente investigación. Estos mapas son necesarios para visualizar eficazmente los lugares que son propenso a sufrir deslizamientos e inundaciones. Al final se integró un mapa con todas las coberturas para así tener un solo mapa e identificar las áreas y las comunidades muchos más vulnerables del lugar de estudio.

Cabe destacar que la subcuenca del río Gatuncillo se encuentra en el marco de un proyecto financiado por la SENACYT (IDDS-15-210) realizado en la provincia de Colón y que comprende las subcuenca de los ríos Gatuncillo, Gatún y Piedras. Para mejor identificación el Mapa de pendiente e Isoyetas de Gatuncillo están delimitados con una línea negra a su alrededor.

Mapa N° 1. Pendiente de terreno de la Subcuenca del río Gatuncillo

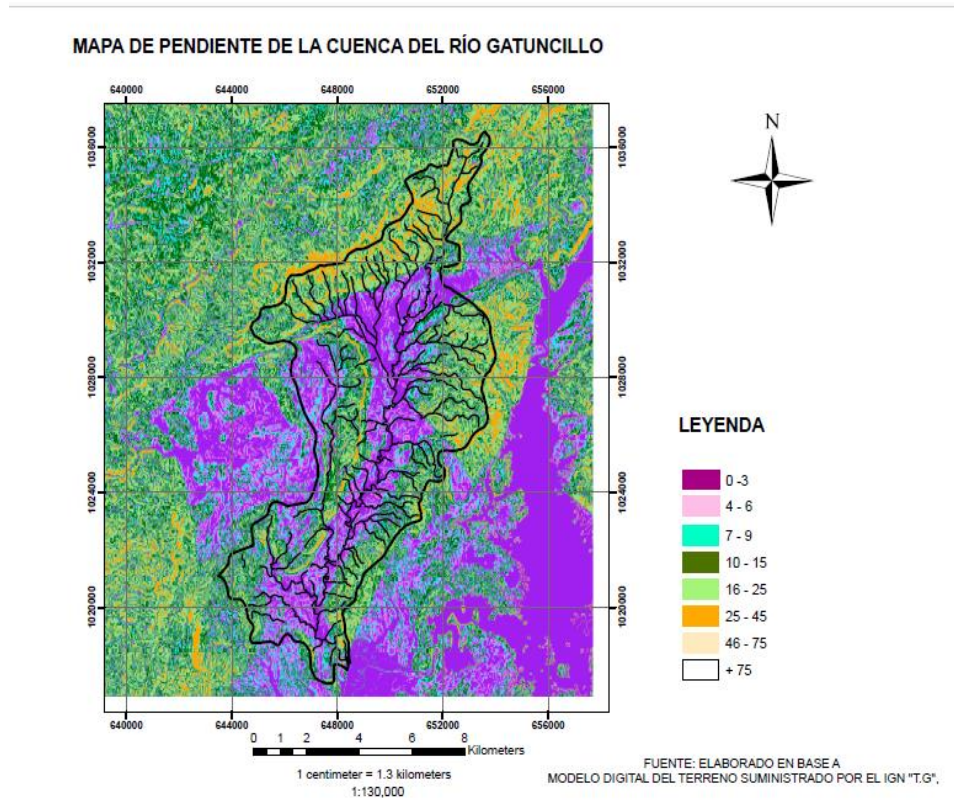


De acuerdo al Mapa de pendiente las pendientes más altas (45-75%) se ubican en la parte norte de la subcuenca, alrededor de las áreas de Gatuncillo Cabecera y Gatuncillo Arriba. La pendiente más alta es la de 75% y el poco bosque que mantiene favorece a que se registre un deslizamiento de gran magnitud. Evaluando los rangos de pendiente de este mapa las áreas más propensas para que se registre un deslizamiento sería las de 45 a 75% y mayor de 76%.

Las pendientes más bajas, de 0 a 8% y de 9% a 15%, se registran en la parte sur de la subcuenca. Las pendientes más bajas tienden a seguir la red de drenaje que se observa en el Mapa 2.

Se puede observar en el mapa que el color azul es el más predominante el cual corrobora que la subcuenca del río Gatuncillo es bastante plana.

Mapa 2. Red hidrográfica de la subcuenca del río Gatuncillo



El Mapa n° 2 muestra la red de drenaje del río Gatuncillo podemos observar que la red principal de la subcuenca es el río Gatuncillo el cual tiene mucho ramales que nutren al río principal tiene una gran red de bifurcación por lo cual el río es muy sinuoso. El río Gatuncillo tiene una longitud de 61.2 kilómetros con orientación norte-sur y nace en la sierra maestra con una altitud de 420 metros sobre el nivel del mar y el número de orden 4, con relación de bifurcación (R_b) de Orden 1 a 2 de 4.63

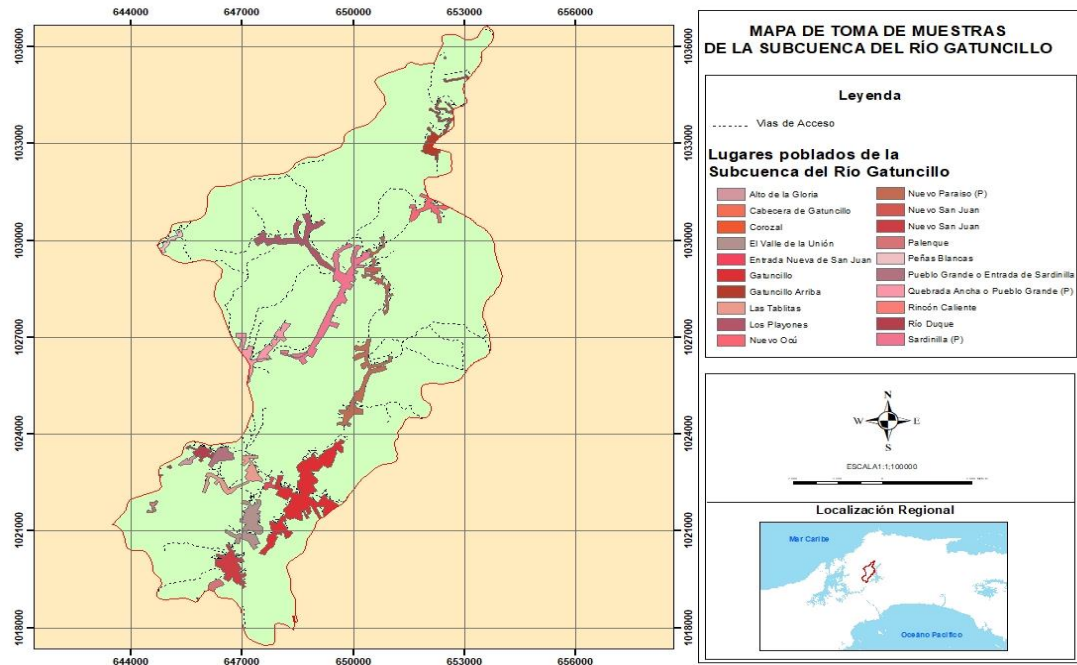
El río Gatuncillo drena sus aguas al río Chagres y este a su vez drena al Lago Gatún que es parte de la Cuenca del Canal de Panamá.

Debemos tomar en cuenta de que las aguas de drenaje cargan gran cantidad de sedimentos que proviene de la parte alta de la subcuenca y puede traer consigo problemas de inundación debido a la gran acumulación de sedimentos que se pueden observar a lo largo del río.

Algunos tramos de los ríos en la subcuenca presentan sinuosidad. Esta sinuosidad es un factor que incide en las inundaciones del lugar. Al presentar bajas pendientes y al ser el río muy sinuoso afecta en gran medida a las comunidades que se encuentra en la parte baja de la cuenca. Generando un riesgo de pérdidas materiales como vidas humanas.

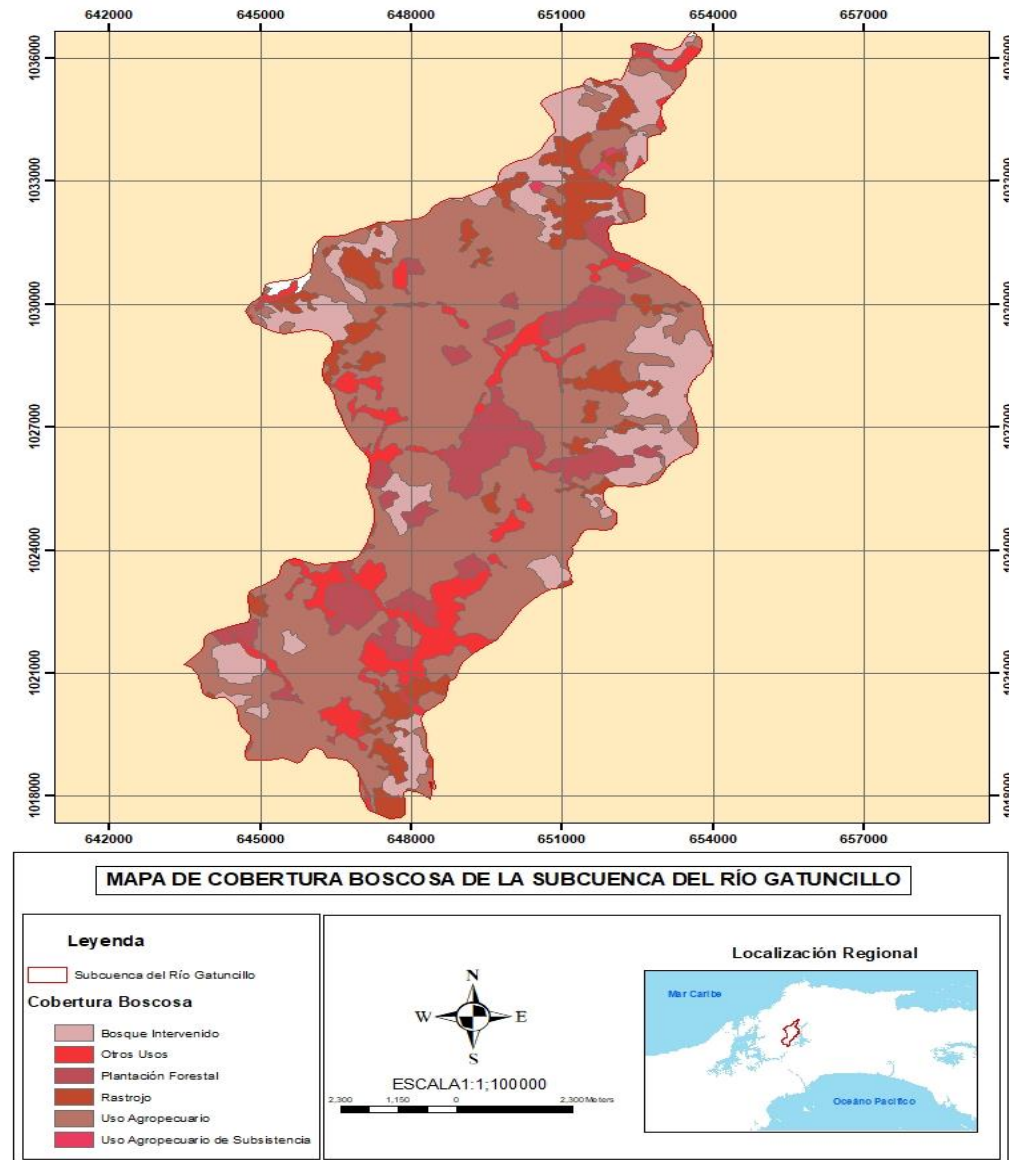
Finalmente podemos indicar que donde se da la confluencia de la red de drenaje, serían las partes más vulnerables para el registro de inundaciones en el área de estudio. Adicional que las pendientes siguen por toda la red de drenaje del área de estudio.

Mapa N°3. Lugares poblados y vías de acceso de la subcuenca del río Gatuncillo



La evaluación del Mapa N°3 muestran los lugares poblados de la subcuenca del río Gatuncillo van desde la parte más alta hasta las parte más bajas, desde la comunidad de Gatuncillo Cabecera hasta las comunidades de Gatuncillo Norte, sur y San Juan. Estas comunidades tienen vías de acceso de carretera totalmente asfaltada para llegar a gran parte de las comunidades ya que gran parte de estas cuencas se encuentra en la carretera vía Transístmica. Otras comunidades tienen vías de acceso asfaltada que derivan de la carretera Transístmica. Cabe destacar que las comunidades en las pendientes más altas de la subcuenca cuentan con caminos o trochas de tierra realizadas por los mismos pobladores del lugar, este es el caso de las comunidades de Gatuncillo Cabecera, Gatuncillo Arriba y Corozal, entre otras. Este mapa sirve para definir las áreas más vulnerables a inundaciones y deslizamientos.

MapaN°4. Vegetación en la Subcuenca del río Gatuncillo



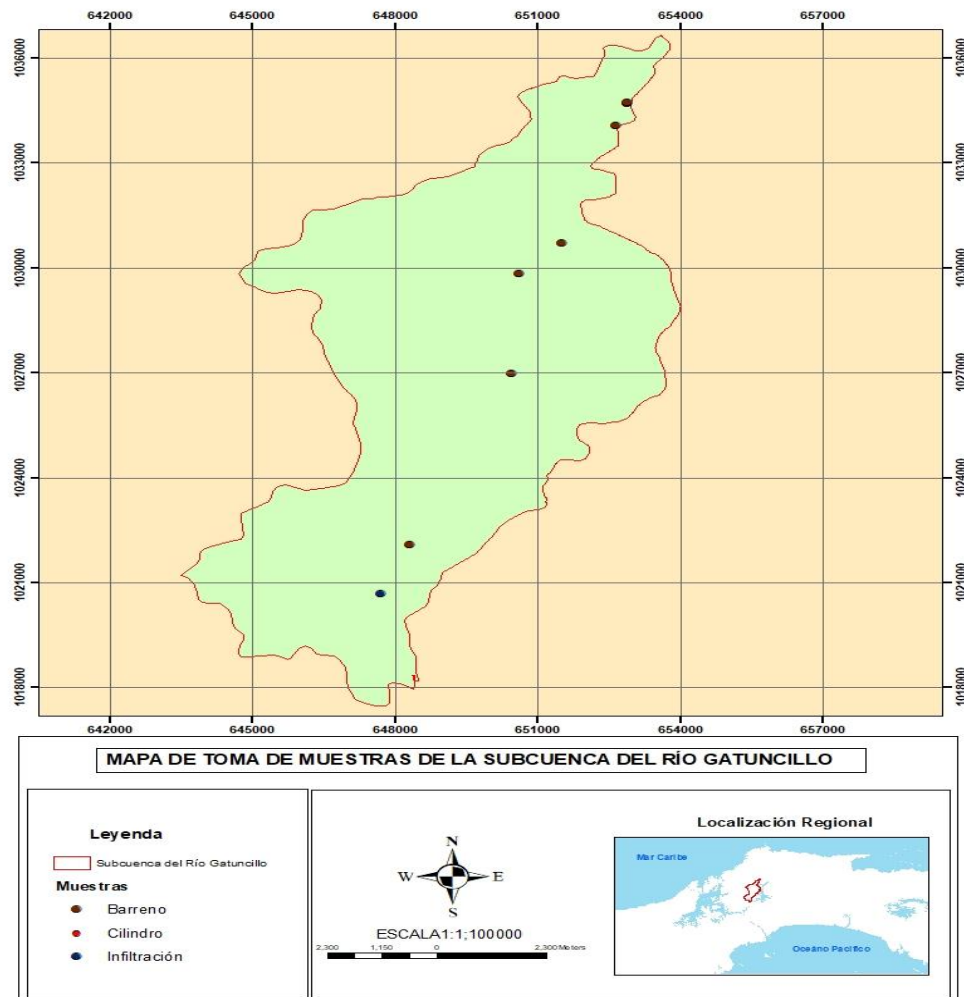
Este Mapa N°4 generado por Arcgis y otros elementos podemos analizar el porcentaje de bosque que mantiene la subcuenca y otros usos que actualmente le dan al lugar estudiado.

Podemos observar que el bosque que aquí se presenta está totalmente intervenido por la acción antropogénica y este bosque lo podemos encontrar en la parte alta de la subcuenca, cabe destacar que este bosque se encuentra muy intervenido que son poco los que observan.

Lo que más prevalece en esta subcuenca son actividades de uso comercial, mano trabajadora en la ciudad de Panamá y la ciudad de Colón, y también un porcentaje en uso agropecuario tanto agricultura de subsistencia, uso ganadero. No podemos dejar por fuera el cambio radical en el uso del suelo que se ha dado en la subcuenca ya que han realizado construcciones residenciales y han ido sobrepoblado en gran cantidad.

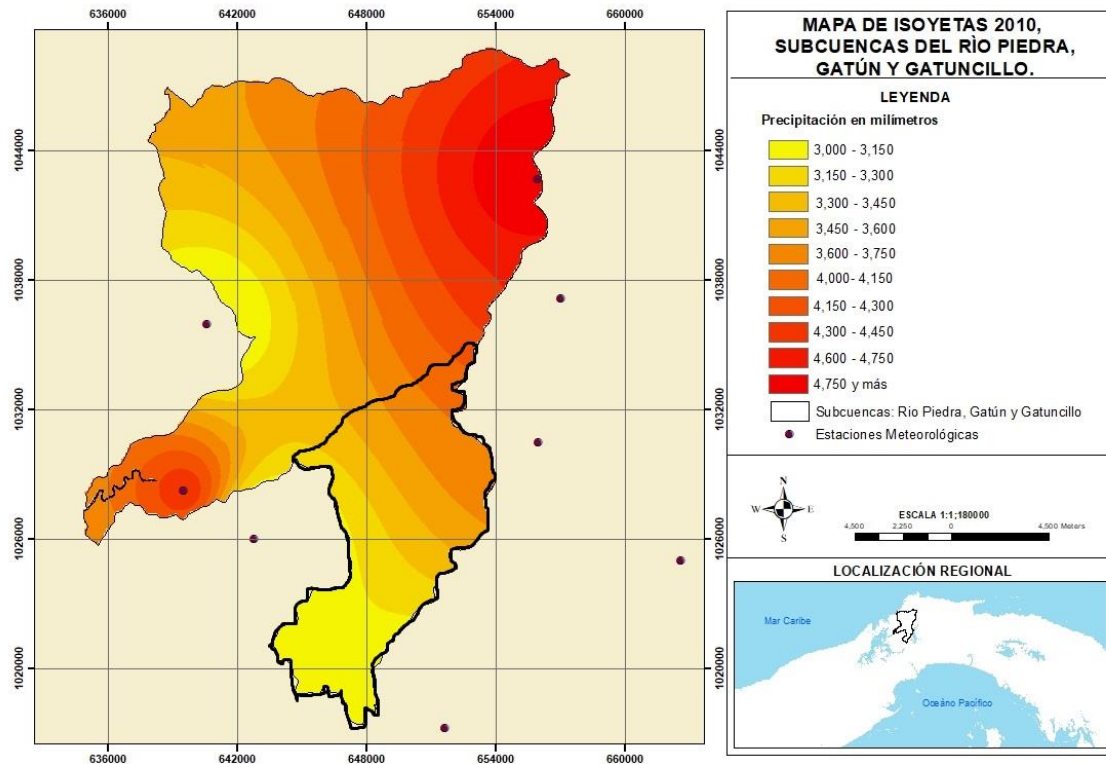
Cabe destacar que hay un gran porcentaje de plantaciones forestales, principalmente de Teca (*Tectona grandis*). Estas plantaciones pertenecen a la empresa Ford Wood. Las cuales mantienen 383 hectáreas plantadas, distribuidas en 11 plantaciones ubicadas en Nuevo Océ, Paraíso y San Juan.

Mapa N°5. Sitios de muestreo de suelos en la Subcuenca del río Gatuncillo



En el mapa N°5 se muestran los sitios de muestreo de suelos tomados en campo a través de la subcuenca. Los puntos reflejados muestran sitios donde se midió la infiltración, barreno y cilindro para realizar los análisis de laboratorios correspondientes. Los puntos en color chocolate son las muestra de barreno, los punto naranjas son las muestras de cilindro y los puntos azules son las muestras de infiltración.

Mapa N°6. Isoyetas de la Subcuenca del Rio Gatuncillo

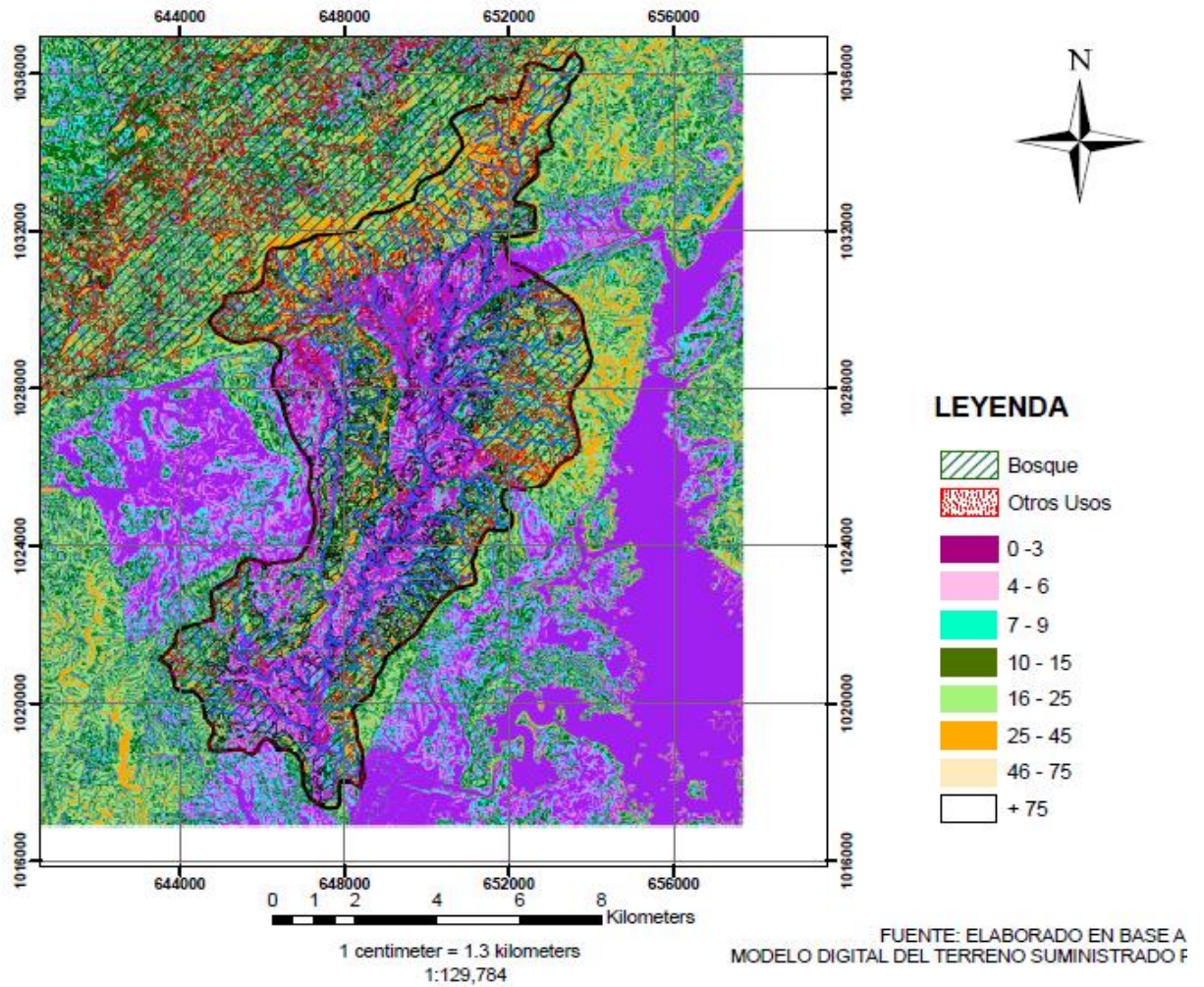


El mapa N°6 de las isoyetas en esta subcuenca se utilizaron las estaciones meteorológicas más cerca del lugar el cual Tomamos como referencia el año 2010 para la debida interpretación de las isoyetas .ya que en este año fue que ocurrió el fenómeno meteorológico de lluvias intensas conocido como “La Purísima”. Cabe destacar que en año 2016 se registró también el evento meteorológico de la tormenta tropical Otto el cual afecto grande mente a la población de Gatuncillo con inundaciones y deslizamiento pero de este evento no se mantiene registro.

En la subcuenca del río Gatuncillo la isoyeta más alta es de 4,450 milímetros que se ubican en la parte alta de la subcuenca con dirección Nor-Noreste, La Isoyeta más baja es la de 3,050mm en la parte más baja de la subcuenca.

La lluvia es un factor muy esencial para que se den las inundaciones en el lugar y si a eso se le añade el factor pendiente y la sinuosidad del río aumenta mucho más la vulnerabilidad de las comunidades a inundaciones.

Mapa N°7. Cobertura boscosa y pendiente

MAPA DE BOSQUES SOBRE PENDIENTE DE LA CUENCA DEL RÍO GATUNCILLO

En el Mapa N°7 se muestra la cobertura boscosa asociada a los rangos de pendiente seleccionados en la subcuenca. Cabe destacar que este mapa muestra la vegetación predominante, y se puede observar el cambio del uso del suelo, ya que no hay casi nada de

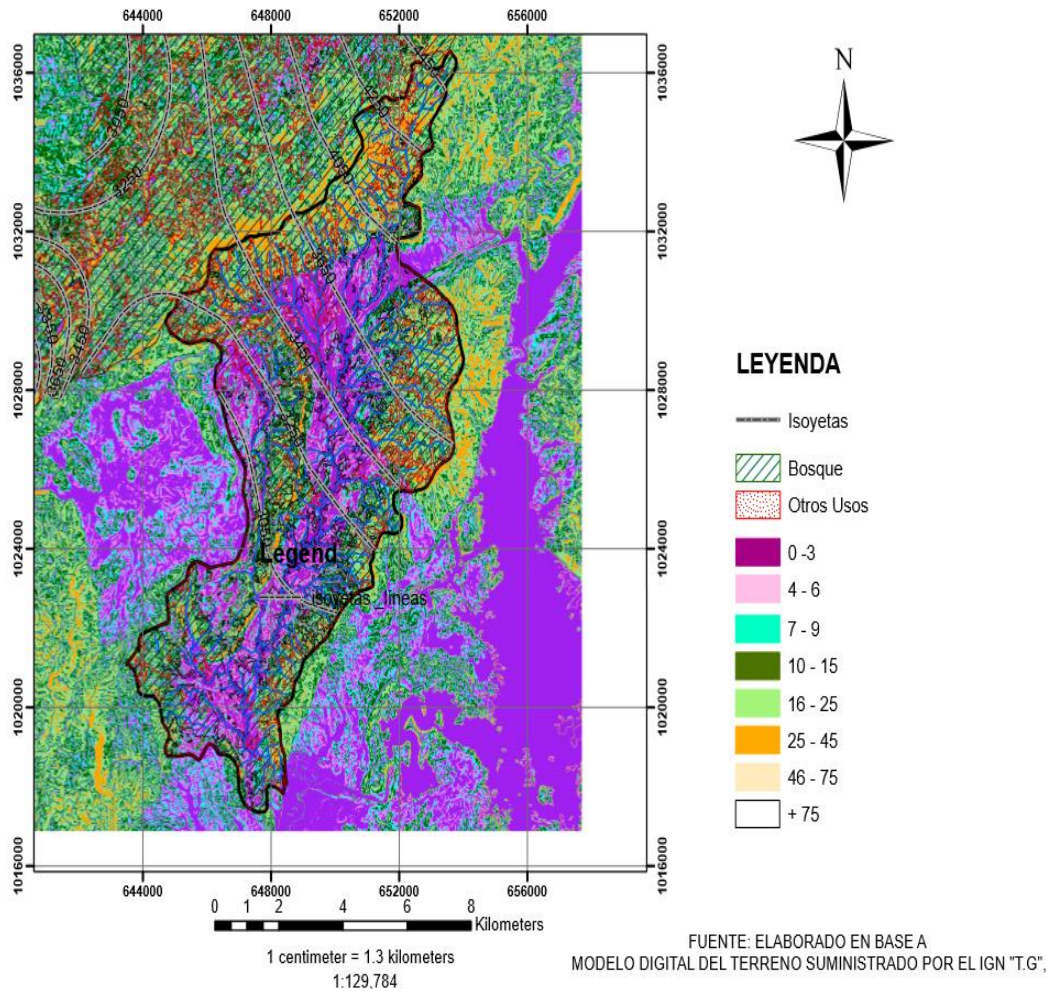
bosque en esta área y el poco bosque que se presenta es un bosque totalmente intervenido que se encuentra en el límite del divisorio de agua la subcuenca,

Cabe destacar que el uso que se da a este suelo es agricultura y ganadería en pequeños porcentaje, plantaciones forestales en la parte baja y media de la subcuenca, principalmente plantación de teca por parte de la empresa Ford Wood.

La parte baja de la subcuenca se encuentra totalmente urbanizada y los suelos se encuentran compactados por la construcción de vivienda, la modificación que se le ha dado a estos suelos. Cabe destacar que las vivienda se encuentran una al lado de la otra cubriendo el suelo con demasiado cemento, imposibilitando la infiltración del agua y aumento la escorrentía superficial que genera inundaciones. La cobertura boscosa es un factor esencial ya que si el suelo se encuentra descubierto se aumenta la vulnerabilidad a desastres naturales ya sean inundación o deslizamientos.

Mapa N°8. Integración de todas las Coberturas evaluadas para determinar la Vulnerabilidad a Desastres Naturales.

MAPA DE BOSQUES E ISOYETAS SOBRE PENDIENTE DE LA CUENCA DEL RÍO GATUNCILLO



Evaluando el mapa donde se integran la cobertura del suelo, la pendiente, Isoyetas, porcentajes de arcillas, podemos llegar a definir los lugares más vulnerables a sufrir inundaciones y deslizamiento.

De acuerdo a estos parámetros las comunidades más vulnerables a sufrir inundaciones serían Gatuncillo Norte, Gatuncillo Sur, Sardinilla, San José, San Juan 1 y 2, el Valle de la Unión, las Tablitas, Alto de la Gloria, Rincón Caliente y Palenque esto debido a la baja pendiente, la obstrucción de los drenajes, el cambio del curso del cauce del río cerca de Gatuncillo Sur y en Gatuncillo Norte. Adicionalmente se tomó en cuenta la sinuosidad del río y su confluencia que se da principalmente en la comunidad de San José y Sardinilla. El cambio del uso de suelo y la poca cobertura boscosa en esta sección de la subcuenca se encuentra totalmente compactada por la gran cantidad de residencias que se encuentra en el lugar dejando el suelo descubierto, aumentando el problema de las inundaciones.

Estas comunidades serían más afectada cuando se den las máximas crecidas anuales sobre todo asociadas a un fenómeno meteorológico extremo. Cabe destacar que las comunidades de Gatuncillo Norte, Gatuncillo Sur, San José y Sardinilla ya se han visto afectada por las inundaciones. Estas comunidades siguen presentando el problema aun cuando se conoce que son lugares vulnerables a las inundaciones, todos los años en época lluviosa estas comunidades sufren el problema. Pero se denota que es un problema que aun las autoridades competentes y la comunidad no toma conciencia con respecto a este tema.

De acuerdo a los datos disponibles, los muestreos realizados y la interpretación de los mapas generados con el programa ARGIS los lugares más vulnerables a que se registre deslizamiento en la subcuenca del río Gatuncillo serían, **Cabecera de Gatuncillo, Gatuncillo Arriba, Nuevo Ocú, Peña Blanca, Paraíso, los Playones, Corozal y Quebrada Ancha**. Cabe destacar que en la carretera que comunica la comunidad de Nuevo Ocú con Santo Domingo hay hallazgos de deslizamientos registrados en toda el área

de la carretera. Estos deslizamientos se registraron en el año 2016 cuando ocurrió la tormenta tropical Otto. Esta interpretación se basa en los rangos de pendientes mayores de 45% la precipitación máxima de 4,450mm y la poca cobertura boscosa que se mantiene muy intervenido. El cambiado el uso del suelo ha compactado los suelos provocando deslizamientos y con un límite líquido de 29.08%. Por el bajo valor del límite líquido en esta zona los suelos tienden a fluir más rápido, adicional de que el suelo es medianamente plástico de acuerdo a los límites de Atterberg.

Consulta a las comunidades sobre deslizamientos e inundaciones

Según las encuestas realizadas se constató que La población tiene poco conocimientos sobre lo que es desastres naturales, y carecen de poca información de que hacer al momento de que se presente una situación de desastres natural, además de que no conocen cual es la función principal de las entidades que brinda ayuda al momento de registrarse un desastre natural ya sea SINAPROC y Cruz Roja

4. Conclusiones

- Los suelos de la subcuenca del río Gatuncillo son arcillosos, lo que es un indicativo de que son suelos pesados, pocos aireados y con mal drenaje.
- Es un área muy vulnerable a inundaciones y las comunidades más vulnerables serian Gatuncillo Norte, Gatuncillo Sur, Sardinilla, San José, San Juan 1 y 2, el Valle de la Unión, las Tablitas, Alto de la Gloria, Rincón Caliente y Palenque esto debido a la baja pendiente, la obstrucción de los drenajes, el cambio del curso del cauce del rio cerca de Gatuncillo Sur y en Gatuncillo Norte y tomando en cuenta la sinuosidad del rio y su confluencia que se da principalmente en la comunidad de San José y Sardinilla y El cambio del uso de suelo y la poca cobertura boscosa.
- Registros de Deslizamiento a gran escala en comunidades vulnerables serian, **Cabecera de Gatuncillo, Gatuncillo Arriba, Nuevo Ocú, Peña Blanca, Paraíso, los Playones, Corozal y Quebrada Ancha.** Basándonos en los rangos de pendientes mayores de 45% la precipitación máxima de 4,450mm y la poca cobertura boscosa que se mantiene muy intervenido. El cambiado el uso del suelo ha compactado los suelos provocando deslizamientos y con un límite líquido de 29.08%. Por el bajo valor del límite líquido en esta zona los suelos tienden a fluir más rápido, adicional de que el suelo es medianamente plástico de acuerdo a los límites de Atterberg

5. Recomendaciones

- Implementar las medida de mitigación necesarias para minimizar los impactos de los desastres naturales y brindar toda esta información a la población para que este anuente de lo que se realiza en el lugar y poner en prácticas técnicas de Reforestación, Agroforesteria y silvicultura en las partes alta de la cuenca para tratar de rejuvenecer el bosque y así ayudar a mejorar sus suelos.
- Realizar estudios más detallados ya que se tomaron pocas muestras debido a las condiciones que se presentan en el lugar, recomendando incluir el factor geológico incluyendo fallas locales que existan y tomarlo en cuenta.
- Aplicar la educación ambiental Enfocada a los riesgos de deslizamiento e inundaciones
- Basados en la identificación de áreas más vulnerables se recomienda Implementar el plan de ordenamiento territorial y respetar esas áreas en las que no se pueden construir para así evitar agravar el problema de inundaciones, mejorar en la disposición de la basura, evitar la obstrucción de los causes y dar seguimiento a las comunidades para así identificar áreas potenciales a inundación

6. Referencia Bibliográfica

<https://micanaldepanama.com/wp-content/uploads/2018/04/Informe-de-Linea-Base-Ambiental.pdf>.

<http://www.fao.org/docrep/006/ad395s/AD395s10.html>.

(CICH), C. I. D. L. C. H. D. C. D. P. (n.d.). Plan de Acción Inmediata Subcuenca del Rio Gatuncillo, 1–101.

CEPEDRENAC. (n.d.). Amenaza por deslizamiento en America Central, 1–28.

CEPEDRENAC. (2010). GUIA LA Amenaza por Deslizamiento o Deslave y su Vigencia Comunal.

CEPEDRENAC. (2011). *Política Gentroamericana de Gestión Integral de Riesgo a Desastres*.

Cosamalon Aguilar, A. L., Lovón y Marina, V., Vilela, A., Málaga, L. F., Masana Garcia, G., Monasterios Echenique, A., & Ruiz Pahuacho, J. (2010). Gestion del riesgo de desastres para la planificación del desarrollo local.

Cuenca, S. D. E. M. D. E., & Oeste, C. (2004). Diagnóstico socioambiental de la subcuenca del río Gatuncillo.

Delgadillo, A., & Moreno, A. (2012). Morfometria de Cuencas. *Revista de La Asociacion Geologica Argentina*, 13(1945), 16–22.

Faustino, J., & Jiménez, F. (2000). Manejo de Cuencas hidrograficas. CATIE.

Gómez, J. J. (2001). Vulnerabilidad y medio ambiente. *Seminario Internacional. Las Diferentes Expresiones de La Vulnerabilidad Social En América Latina Y El Caribe*, 1–36.

INEGI. (2014). Sistema de información geográfica. *Instituto Nacional De Estadísticas Y Geografía*, 60.

Lilibeth, Herrera. Mena Yirley. Martínez, R. (n.d.). APLICACIÓN DE MÉTODOS INDIRECTOS PARA EL ANÁLISIS DE SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTO EN LA SUBCUENCA DEL RÍO GATUNCILLO, PANAMA, 1–25.

Pinto, R. (2015). Drones: la tecnología, ventajas y sus posibles aplicaciones. *6 De Mayo*, 20.

Regency, E. P., Piso, S., & Francisco, S. (2003). *Mejoramiento de la Infraestructura Sanitaria de la Actividad Porcina a Nivel Comercial, en la Subcuenca del Río Gatuncillo Perfil Técnico*.

Rojo, J. (1997). Morfometría de Cuencas, 10.

Salazar, R. B. (2003). proyecto silvopastoril Subcuenca del rio gatuncillo propuesta.
PERFIL TECNICO.

Segura, D. (2011). Análisis de algunos componentes de la gestión del recurso hídrico en
la subcuenca del río Gatuncillo , cuenca del Canal de Panamá.

https://es.wikipedia.org/wiki/Veh%C3%ADculo_a%C3%A9reo_no_tripulado#Usos

<http://www.forwood.com/es/plantaciones-de-teca/>

