

Utilización de Sistemas de Información Geográfica para la Mitigación de Eventos de Deslizamientos

Autora: Mairim Martínez Báez Mentora: Ruth L. Trujillo Rodríguez
Maestría en Ciencias y Tecnología Geoespacial, Escuela Graduada



Abstracto

Luego del paso del huracán María, todos los planes de mitigación de Puerto Rico se encuentran bajo revisión y el municipio de Guaynabo no es excepción. La integración de Sistemas de Información Geográfica es indispensable para la creación de proyectos de mitigación en los municipios, simplifica el análisis geográfico y la visualización gráfica de datos espaciales esenciales para la ubicación de eventos y proyectos futuros. Los deslizamientos identificados luego del huracán María representaron una cifra alarmante para la realidad geográfica de Puerto Rico. Fue creado un mapa de susceptibilidad a eventos de deslizamientos según eventos pasados, esto con datos de pendientes de elevación, tipos de suelo y eventos recurrentes en la zona sur del Municipio Autónomo de Guaynabo. Este mapa es una herramienta importante para la ubicación de futuros proyectos de mitigación, al igual que puede ser de gran utilidad para el municipio de Guaynabo.

Términos Clave — Sistemas de Información Geográfica, Plan de Mitigación, Deslizamiento, Municipio Autónomo de Guaynabo.

Introducción

Tras el paso del huracán María en septiembre 2017, Puerto Rico experimentó alrededor de 40,000 casos de deslizamientos [1]. A causa de estos eventos, gran parte de las carreteras del país sufrieron daños, se mantuvieron inaccesibles y también se reportaron daños a viviendas. Los efectos de este fenómeno atmosférico evidencian la necesidad de revisar constantemente los planes de mitigación tanto a nivel estatal como municipal. En este proceso de revisión, es indispensable la integración de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que utiliza un conjunto de herramientas y métodos para el análisis geográfico y la visualización gráfica de datos espaciales. Con los SIG se puede mostrar una visualización más efectiva para un mejor entendimiento de esta información a base de mapas, tablas o gráficas. Una de las utilidades de los SIG en la planificación es para la mitigación multirriesgo, entre estos los riesgos por deslizamientos.

Problema

Identificar daños a caminos/carreteras y propiedad por eventos de deslizamientos en la zona rural del Municipio Autónomo de Guaynabo (MAG). Esto con el objetivo de mostrar la importancia de la utilización de SIG para la ubicación de eventos de deslizamientos y futuros proyectos de mitigación, comparar eventos pasados y verificar si los mismos son parte del plan de mitigación del MAG.



Figura 1, 2 & 3. Imágenes fueron obtenidas de la página oficial del MAG, las mismas son de eventos de deslizamiento en áreas al sur del municipio y fueron adquiridas en mayo de 2020.

Contexto Geográfico y Mitigación

El MAG se encuentra en la costa noreste de Puerto Rico, es parte del área metropolitana de San Juan, y tiene una extensión territorial de 27.6 millas cuadradas. El municipio está compuesto por diez barrios: Pueblo Viejo, Frailes, Santa Rosa, Pueblo, Camarones, Río, Guaraguao, Mamey, Hato Nuevo y Sonadora [2]. Las elevaciones que se pueden encontrar al sur del municipio promedian entre 100 a 490 metros al nivel del mar, siendo el punto más alto el cerro La Marquesa con 510 metros de elevación [3]. Por tal razón, el área de estudio de este proyecto es la zona sur/centro de Guaynabo, zona que cuenta con las elevaciones más significativas del municipio y en dónde podrían surgir eventos de deslizamiento de tierra.

La mitigación lo que intenta es reducir el impacto que puedan causar eventos naturales, así como eventos consecuentes de intervención antropogénica en un área en específico. Todo gobierno debe tener un plan que establezca de forma detallada las acciones que se requieren para controlar, prevenir, corregir, compensar y, valga la redundancia,

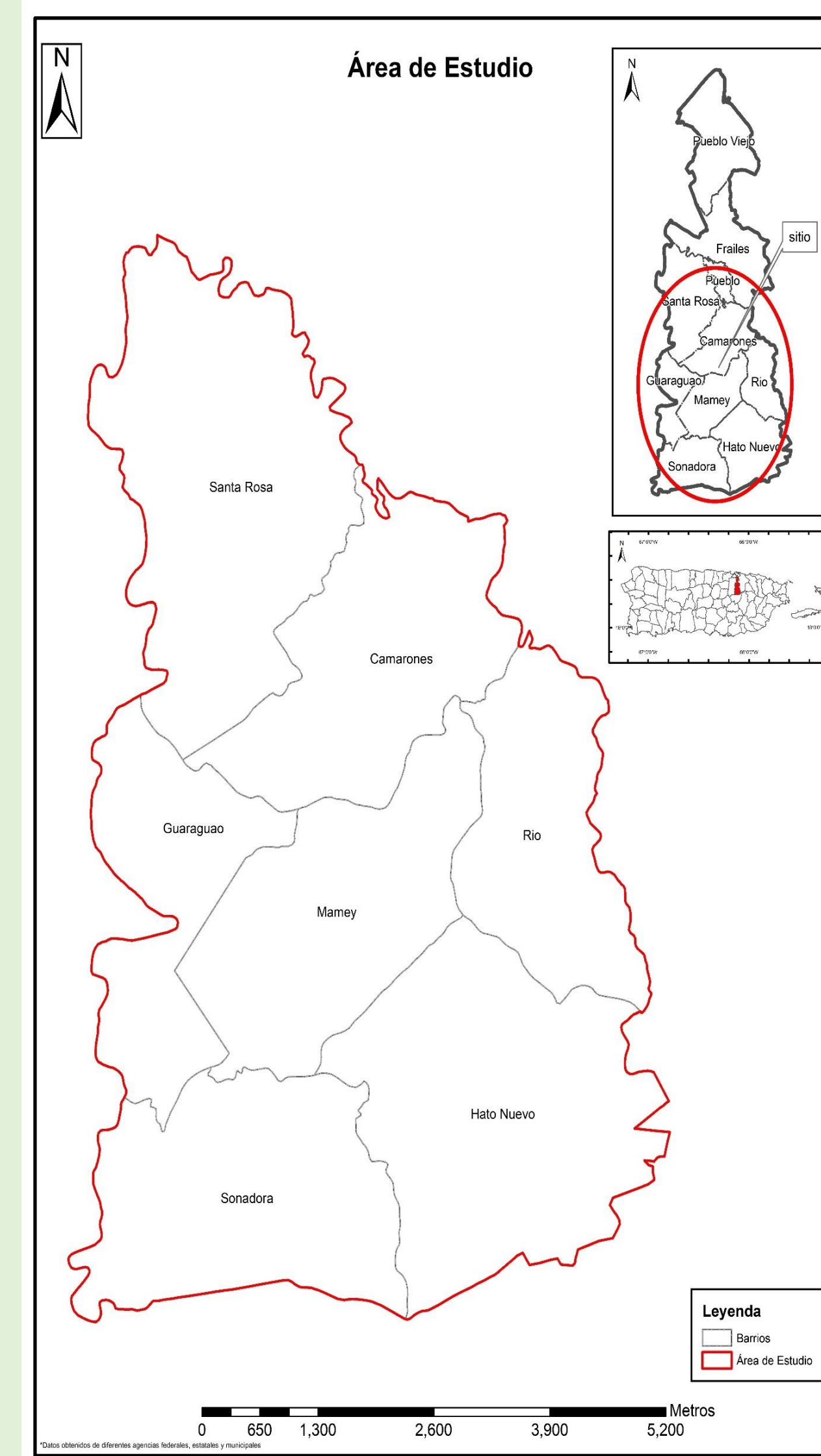
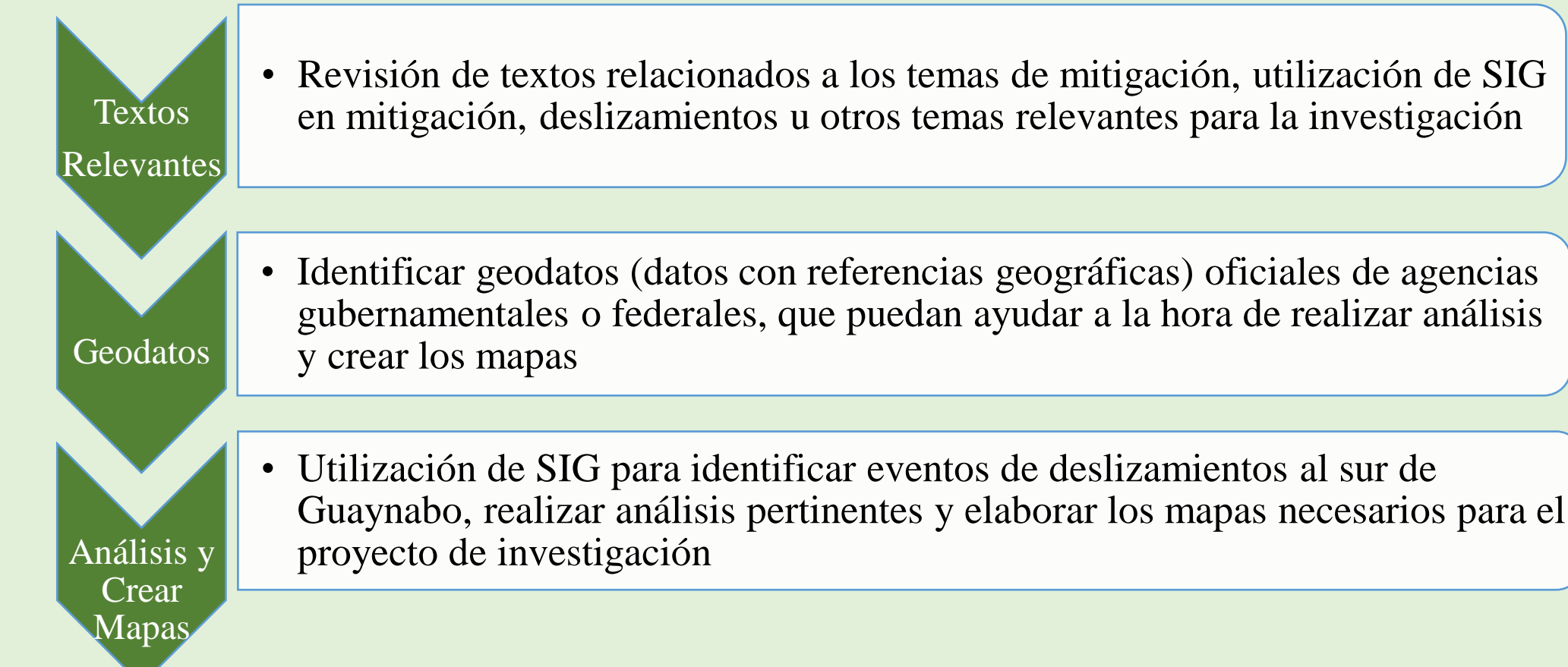


Figura 4. Área de estudio y su localización dentro del MAG

mitigar, los posibles efectos o impactos ambientales que puedan surgir, lo cual pueda causar un impacto negativo a desarrollos de proyectos, actividades u obra. Esto para salvaguardar tanto vidas como propiedad.

En este proyecto se analiza el plan de mitigación del MAG desde el área de riesgos por deslizamiento. Se define *deslizamiento* como el movimiento repentino de materiales terrestres, movimientos que incluyen la caída de rocas y la erosión constante o la combinación de ambos [3]. Como dato base para identificar áreas susceptibles a deslizamientos se utilizó el mapa realizado por Monroe [4]. El trabajo de Monroe es la base de todos los mapas de deslizamientos oficiales que se hacen en Puerto Rico. En ese trabajo se clasificó la susceptibilidad a deslizamientos en cuatro características: áreas de alta/mayor susceptibilidad, áreas de alta susceptibilidad, áreas de susceptibilidad moderada y áreas de baja susceptibilidad [4]. Según este mapa, la zona sur de Guaynabo es moderadamente susceptible a deslizamientos y mayormente susceptible.

Metodología



Resultados y Discusión

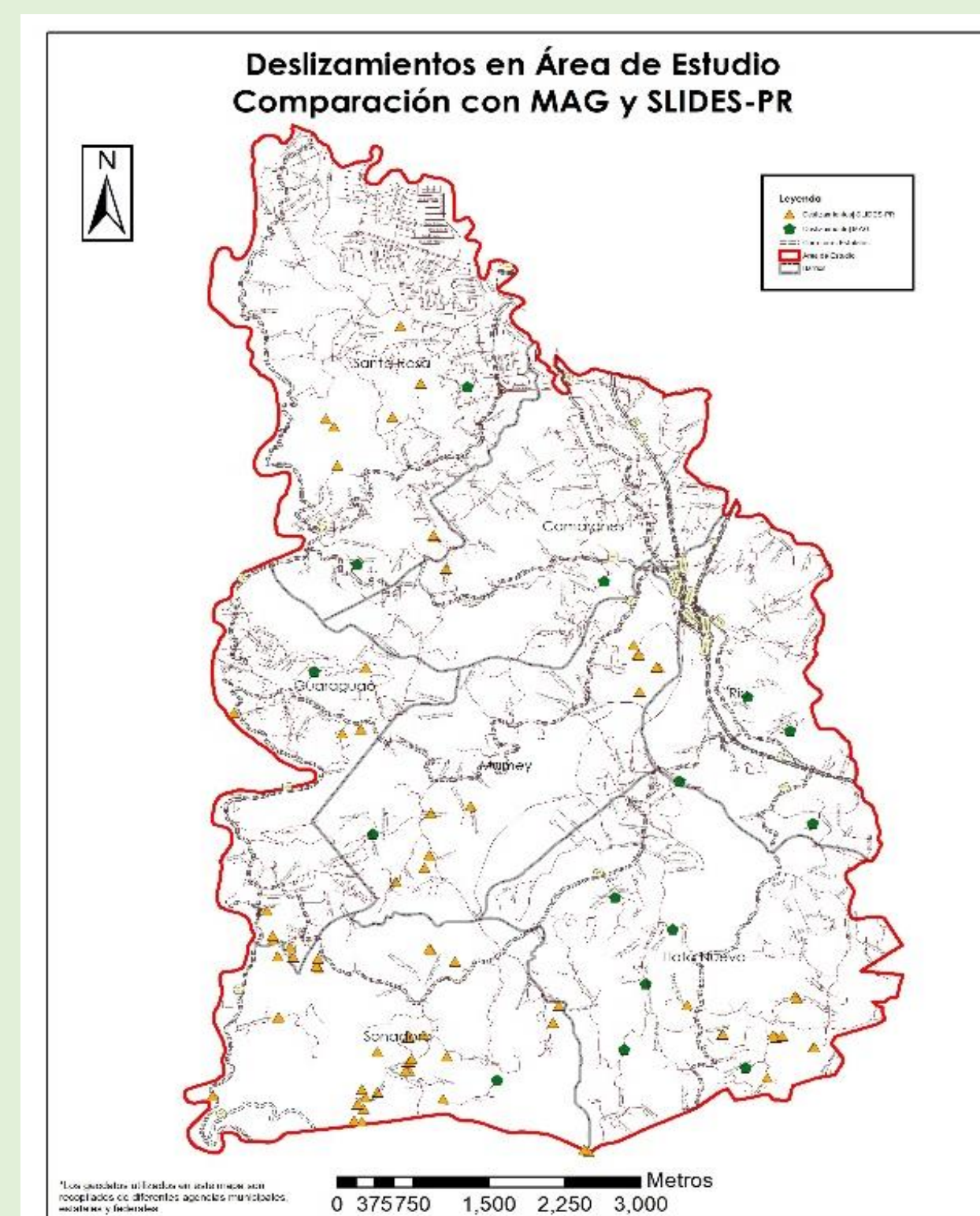


Figura 5. En el trabajo realizado por el Programa SLIDES-PR se identificaron alrededor de 74 deslizamientos en el área de estudio, mientras que los identificados por el municipio fueron 15. Al comparar estos eventos se pudo notar que la mayoría de los deslizamientos identificados en el Programa [1] no mostraban ser perjudiciales a carreteras ni propiedad, mientras que aquellos identificados por el municipio ocasionaron daños a caminos o carreteras.

Resultados y Discusión

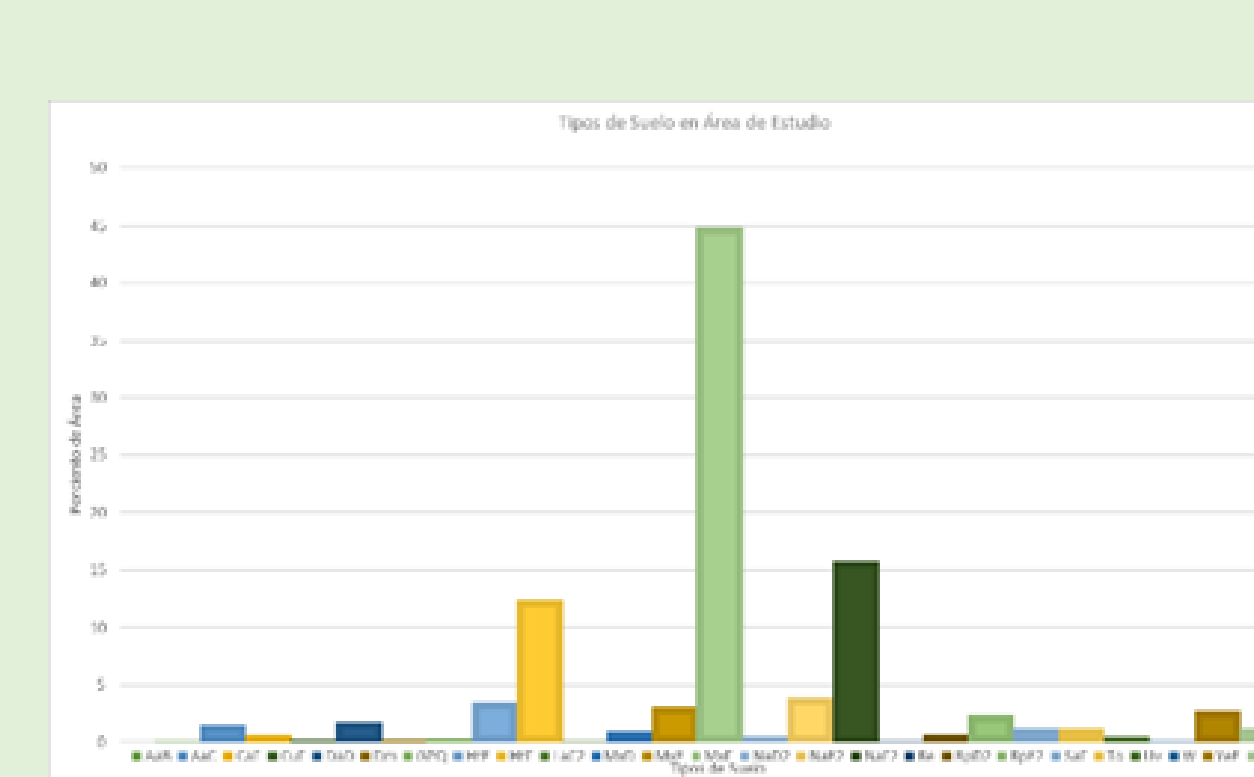


Figura 6. Se identificaron los porcentajes de área significativa para realizar el análisis. Los tipos de suelo Múcara Arcilloso (MXF), que acapara un 45% del área de estudio, y el Naranjito Limo Arcilloso Límico (NAF2), que acapara un 16% del área de estudio, poseen características que los clasifican como suelos susceptibles a procesos naturales y los hacen difíciles de trabajar por lo empinado y plasticidad de la arcilla. La pendiente de elevación significativa que se identificó en el análisis es aquella en áreas de 16.41° a 38.40°, en este tipo de pendiente las eventos de deslizamientos tienen mayor probabilidad.

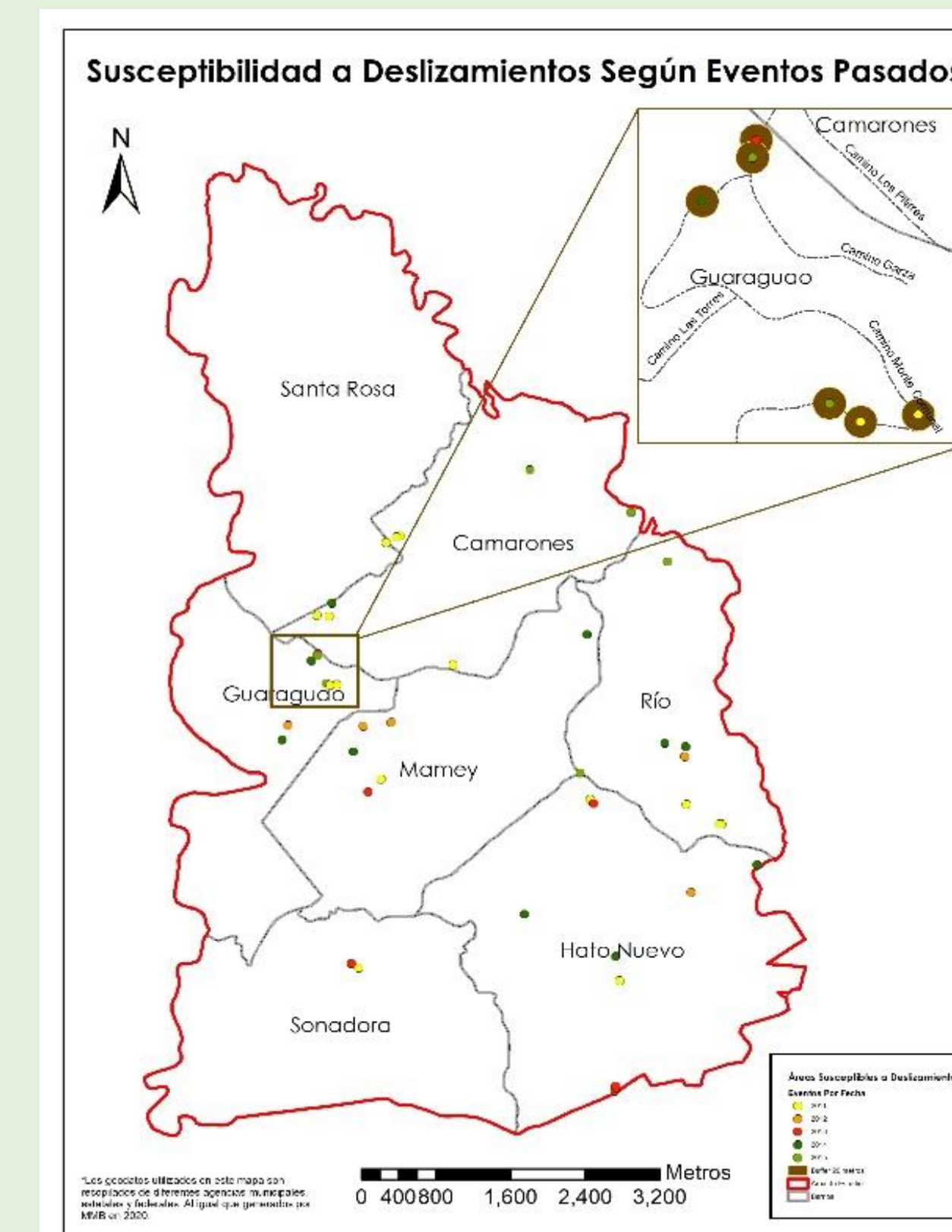


Figura 7. Para la creación de un mapa de áreas susceptibles a deslizamientos se utilizaron las variables pendiente de elevación, tipo de suelo y eventos recurrentes del 2011 al 2015. Con estos datos se realizó una intersección por localización con el programa ArcGIS, en donde se precisan un total de 43 eventos de deslizamientos en el área de estudio. Estos eventos están identificados por medio de una capa de puntos, de la cual se pudo crear una nueva capa con una zona de amortiguamiento o "buffer zone" de 20 metros, lo que implicaría el área que podría verse afectada si pasara algún deslizamiento en el futuro.

Conclusión

El huracán María fue un grito de advertencia para todo Puerto Rico, en especial para las agencias gubernamentales que responden a este tipo de eventos de emergencia. Con este fenómeno, se dejó ver lo importante que es la planificación para el manejo de situaciones de crisis social y respuesta, así como lo esencial que es tener un plan de mitigación actualizado y claro. Al concluir este proyecto se pudo cumplir la mayor parte de los objetivos. Sin embargo, no se pudo realizar un análisis SIG entre los datos de eventos de deslizamientos causados por el huracán María y eventos pasados ocurridos como consecuencia de otros fenómenos atmosféricos. La identificación de zonas susceptibles a deslizamientos fue divisada gracias a la utilización de los SIG, lo que se deja ver como una herramienta de suma importancia para la creación de mapas, gráficas y análisis relacionados a la mitigación de proyectos. Hay que enfatizar que todo análisis requiere de una estructura de base de datos exacta, precisa y consistente, una estandarización debe ser compartida a todo aquel personal que trabaje con los reportes de eventos de emergencia, de modo que esto sirva de plantilla para la creación de proyectos de mitigación en el municipio. Mantener un récord anual de este tipo de información espacial, ayuda a la elaboración de mejores mapas de susceptibilidad a diferentes tipos de eventos, facilitando además la recopilación de datos para la revisión de los planes de mitigación a nivel federal y la ubicación de futuros proyectos.

Recomendaciones

- Estandarización de recolección de datos por las dependencias pertinentes, tener un formato que ayude al analista a la hora de realizar los análisis y mapas que identifiquen los eventos.
- Creación de aplicaciones web o móviles que muestren por medio de mapas las áreas susceptibles a deslizamientos u otros eventos. Esri "App Builder" es una opción gratuita y sin necesidad de conocimientos en programación.
- Realizar un análisis más elaborado con datos de uso de suelo, precipitación o geología, al igual que más estudios de campo en donde se pueda recolectar datos de elevación y evaluación del área.
- Evaluar proyectos de mitigación futuros según los parámetros de pendiente de elevación, tipo de suelo y recurrencia de eventos de deslizamientos.

Agradecimientos

Le debo agradecer a la profesora Ruth L. Trujillo Rodríguez por sus consejos y comentarios como mentora de este proyecto. A mi familia por su apoyo incondicional durante todo mi proceso de maestría. Al igual que al MAG, por proveer los datos necesarios para hacer este proyecto posible.

Referencias

- SLIDES-PR, Department of Geology at the University of Puerto Rico- Mayagüez. Recuperado de: <https://sites.google.com/a/upr.edu/geology/research/slides-pr>. [Accesado: diciembre 2019].
- Oficina de Planificación y Ordenación Territorial. *Revisión Integral del Plan de Ordenación Territorial Vol. II*. Guaynabo: Municipio Autónomo de Guaynabo, p.5, 2010.
- Oficina de Planificación y Ordenación Territorial. *Plan Federal de Mitigación Multi-Riesgo*. Guaynabo: Municipio Autónomo de Guaynabo, p. 54-94, 274-275, 295-387, 2016.
- W.H. Monroe, "Map Showing Landslides and Areas of Susceptibility to Landsliding in Puerto Rico" in *Miscellaneous Investigations Series, Map 1-1148*. Arlington: VA, Department of Interior, United States Geological Survey, 1979.
- Planes de Mitigación ante Eventos Naturales, Junta de Planificación de Puerto Rico. <http://cedd.pr.gov/Mitigacion/> [Accesado: marzo 2020]