

Consideraciones de la población residente sobre amenazas de remoción en masa e inundaciones en la zona norte del cantón Quevedo, 2021-2023

Considerations of the resident population on landslide and flood hazards in the northern area of Quevedo canton, 2021-2023

José Luis Muñoz Marcillo¹

Camilo Fernando Vallejo Bustamante²

Luis Miguel Veas Triana³

Recibido 15 de octubre de 2024; aceptado 5 de diciembre de 2024

RESUMEN

Integrar la planificación del uso de la tierra en la gestión del riesgo de desastres es un proceso vital para la salvaguardia y la resiliencia de las comunidades. Dado que los países en desarrollo son más vulnerables a los desastres debido a la fuerte presencia de asentamientos informales con alto nivel de exposición a amenazas. Esta investigación se enfocó en analizar el manejo sostenible del suelo y su impacto en la disminución de las zonas de riesgo en la franja norte urbana de Quevedo. La población objeto de estudio estuvo integrada por los habitantes de las parroquias: 24 de Mayo, Nicolás Infante Díaz, San Cristóbal, Venus del Río Quevedo y Quevedo matriz (cabecera cantonal). La muestra seleccionada mediante muestreo no probabilístico, correspondió a 383 habitantes. La recolección de datos en campo se realizó en los lugares de riesgos, pertenecientes a los sitios de deslizamientos e inundaciones. Para este

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, correo electrónico: jsmunoz@uteq.edu.ec.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6600-6534>

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, correo electrónico: cvallejjob@uteq.edu.ec.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6600-6534>

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, correo electrónico: lveast@uteq.edu.ec.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8601-0279>

procedimiento se utilizó un equipo GPS para la georreferenciación de los sitios levantados. El levantamiento de las encuestas se desarrolló mediante el uso de un cuestionario de *Google Form*. La gestión eficiente de datos se llevó a cabo mediante el empleo de herramientas informáticas y geoespaciales de código abierto: *Office Word* y *Excel*, IBM SPSS Statistics 25, ArcGIS 10.5 y *Google Earth*. El cuestionario fue validado mediante análisis de fiabilidad (*Alpha de Cronbach*) en el software SPSS. En conclusión, la vulnerabilidad a deslizamientos de tierra fue de 23 ha, con una población afectada de 1.706 habitantes, y la susceptibilidad a inundaciones es de 163 ha y una afectación de 15.218 habitantes. Las políticas públicas implementadas han contribuido a abordar la vulnerabilidad en el sector, la alternativa de remediación, repotenciación y fortalecimiento de áreas afectadas con siembra de plantas vetiver, ofreciendo un enfoque prometedor para mitigar los riesgos ambientales.

Palabras clave: deslizamientos de tierra, gestión de riesgos, inundación, ordenamiento territorial, uso del suelo.

ABSTRACT

Integrating land use planning into disaster risk management is a vital process for the safeguarding and resilience of communities. Since developing countries are more vulnerable to disasters due to the strong presence of informal settlements with high level of exposure to hazards. This research focused on analyzing sustainable land management and its impact on the reduction of risk zones in the northern urban fringe of Quevedo. The study population consisted of the inhabitants of the following parishes: 24 de Mayo, Nicolás Infante Díaz, San Cristóbal, Venus del Río Quevedo and Quevedo matriz (cantonal capital). The sample selected by non-probabilistic sampling corresponded to 383 inhabitants. Field data collection was carried out in the risk areas, belonging to the landslide and flooding sites. For this procedure, GPS equipment was used to georeference the surveyed sites. The survey was carried out using a Google Form questionnaire. Efficient data management was carried out using open source computer and geospatial tools: Office Word and Excel, IBM SPSS Statistics 25, ArcGIS 10.5 and Google Earth. The questionnaire was validated by reliability analysis (Cronbach's Alpha) in SPSS software. In conclusion, the vulnerability to landslides was 23 ha, with an affected population of 1706 inhabitants, and the susceptibility to floods is 163 ha and an affected population of 15,218 inhabitants. The public policies implemented have contributed to address vulnerability in the sector, the alternative of remediation, repotentialiation and strengthening of affected areas with planting of vetiver plants, offering a promising approach to mitigate environmental risks.

Key words: landslides, risk management, flooding, land use planning, land use.

1. Introducción

El crecimiento demográfico y la urbanización se reconocen como megatendencias demográficas con importantes implicaciones para la sostenibilidad económica, social y ambiental en todo el mundo (Keesstra *et al.*, 2016; McDonald *et al.*, 2013; Dixon *et al.*, 2018; Mosquera *et al.*, 2021). Los cambios destructivos por fenómenos naturales se están convirtiendo en una nueva normalidad, su frecuencia y drasticidad se ha visto incrementada en la actualidad (Oliver *et al.*, 2017; Érdi & Szvetelszky, 2022; Upadhyay, 2020). Además, se está produciendo una urbanización no planificada a medida que el cambio climático aumenta la frecuencia y la intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos que afectan a los centros urbanos (Dorling, 2021; Othman *et al.*, 2023; Salcedo *et al.*, 2022). De ahí que, la urbanización ha emergido como un factor clave del riesgo de desastres (Joshi *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2021; Toulkeridis *et al.*, 2020).

Los países en desarrollo son particularmente vulnerables porque todavía sufren enormes pérdidas económicas y daños ambientales debido a la tenencia informal de viviendas frágiles que en su mayoría están asentadas en sitios degradados con riesgos y limitaciones importantes (Mallma, 2021; Zhang *et al.*, 2022). En América Latina suceden inundaciones y deslizamientos de tierras (Poveda *et al.*, 2020; Valdes *et al.*, 2021). De hecho, según es la segunda región más propensa a los desastres en el mundo siendo el más común las inundaciones (González *et al.*, 2021; Ccopi *et al.*, 2023; Orejuela & Toulkeridis, 2020).

El Ecuador, este es un país que se encuentra en una zona de alto riesgo por sismicidad, movimientos en masas e inundaciones (Toulkeridis & Zach, 2016; Toulkeridis *et al.*, 2022; Mora *et al.*, 2022). De hecho, en los últimos años el país ha estado sujeto a amenazas hidrometeorológicas, ya que la región es de convergencia intertropical (Salazar *et al.*, 2020; Montenegro *et al.*, 2022; Arias *et al.*, 2021). En efecto los desastres en el Ecuador de acuerdo con el Plan de Desarrollo 2021-2025 contabiliza: 1.461 inundaciones, 11.336 incendios forestales, 4.157 deslizamientos y 113 actividades volcánicas, desde el 2017 al 2020. Eventos que se originan como consecuencia del crecimiento urbano desorganizado (Mera *et al.*, 2023; Marcillo & Toulkeridis, 2023).

La débil atención institucional a través de la creación de políticas públicas, tiene como resultado el incremento prominente de índices de vulnerabilidad frente a las amenazas (Márquez y Zambrano, 2020; Bakkensen *et al.*, 2016; Torres *et al.*, 2022). La ineficaz e ineficiente gestión del riesgo impide la construcción y ejecución de verdaderos proyectos integrales que tiendan a mejorar la calidad de vida de los habitantes (Salazar *et al.*, 2020). Si bien el enfoque de desarrollo y ordenamiento territorial está justificado en la legislación ecuatoriana, se puede decir que no está armonizado con las estrategias o políticas de gestión de riesgos y desastres, sobre todo en el proceso de diagnóstico de desarrollo y ordenamiento territorial, y está ausente en el modelo de propuesta y gestión (Guerrero & Luque, 2021; Cevallos y Montufar, 2022; Marcillo *et al.*, 2021; Marcillo *et al.*, 2022).

Lograr la resiliencia ante desastres implica la identificación y reducción del riesgo a través de medidas como mejorar la infraestructura, planificación del uso de la tierra y protección financiera (Ishiwatari *et al.*, 2024). Para ello se requiere de medidas integradas e inclusivas que abarcan diferentes aspectos como lo económico, estructural, jurídico, social, sanitario, cultural, educativo, ambiental, tecnológico, político e institucional (Ballesteros *et al.*, 2022). Estas medidas deben reducir la exposición a las amenazas, la vulnerabilidad a los desastres y aumentar la preparación para la respuesta y la recuperación para mejorar la resiliencia (Bello *et al.*, 2020; Sandifer & Walker, 2018; Hernantes *et al.*, 2017).

En referencia a lo anterior, la zona norte urbana del cantón Quevedo no es inmune a este problema. Como resultado de una gestión inadecuada del suelo se está provocando numerosos riesgos para la salud y la economía de la población. Las tres causas principales son la falta de organización, el control de la habitación humana y los cambios climáticos. Por ello el uso de prácticas sostenibles de gestión del suelo es esencial para reducir las zonas de riesgo, evitar daños a la salud de la población a lo largo del tiempo, perder diversidad, dañar los cultivos y frenar el crecimiento económico.

Es necesario profundizar en el análisis de las causas subyacentes del problema y proponer soluciones efectivas y sostenibles para lograr un manejo adecuado del suelo en la zona norte urbana de la ciudad. Por lo tanto, se propone el manejo sostenible del uso y gestión del suelo que contribuyan a reducir las áreas de riesgos en la zona norte urbana del cantón Quevedo.

2. Metodología

2.1 Localización del sitio de estudio

El estudio se desarrolló en la zona norte del cantón Quevedo, integrada por las parroquias urbanas: Venus del Río Quevedo, Nicolás Infante Díaz, 24 de Mayo, San Cristóbal y la parroquia matriz (cabecera cantonal) (Figura 1).

2.2 Tipo y enfoque de la investigación

La investigación fue de tipo descriptiva-explicativa, con un enfoque basado en el conocimiento y análisis de los riesgos de deslizamientos de tierra e inundaciones; así como la propuesta de prácticas de manejo sostenible del suelo para la minimización de riesgos territoriales.

2.3 Población y muestra

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del GAD Municipal de Quevedo, la población global de las parroquias en estudio, correspondiente al censo poblacional del año 2022, fue de 106.200 habitantes (Tabla 1).

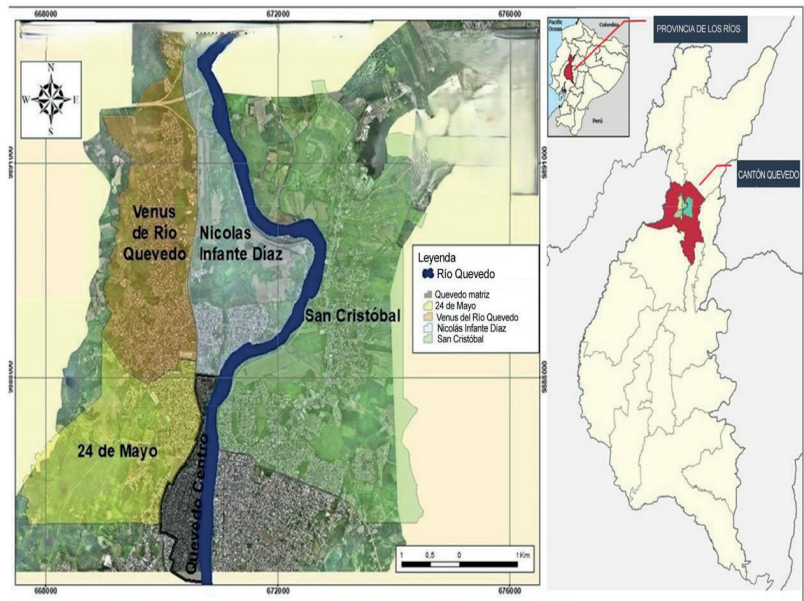


Figura 1. Mapa de localización del área de estudio.

Tabla 1. Población de la zona norte urbana de Quevedo

Parroquias	Habitantes por año				
	2019	2020	2021	2022	2023
Venus de río Quevedo	27765	28509	29152	29809	30482
24 de Mayo	19510	20033	20485	20947	21419
Nicolás Infante Díaz	10733	11021	11270	11524	11784
San Cristóbal	25533	26217	26808	27413	28031
Quevedo	15375	15787	16143	16507	16879
Total	98917	101567	103858	106200	108595

El cálculo de la muestra poblacional se realizó aplicando una fórmula matemática, con un nivel de confianza del 95% (Assuah *et al.*, 2022).

$$n = \frac{Z^2 \times PQN}{E^2 (N - 1) + Z^2 \times PQ} \tag{1}$$

Dónde:

n = Muestra (¿?)

Z2 = Confiabilidad (95%)

P = Probabilidad de que ocurra (50%)

Q = Probabilidad de que no ocurra (50%)

N = Población (106.200 habitantes)

e2 = Error de la muestra (5%)

2.4 Recopilación de datos

Se acudió al Departamento de Planeamiento Urbano y Unidad de Gestión de Riesgos del GAD Municipal de Quevedo, para recopilar información referente a la gestión de riesgos, entre ellos el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial enfocado al componente Biofísico, de donde se extrajo datos relativos al clima, uso del suelo, agua y aire. También se obtuvo datos sobre el componente de asentamientos humanos: densidad poblacional e infraestructura. Además, se realizó un levantamiento de datos en los sitios de deslizamientos de tierra e inundaciones. Para este procedimiento se utilizó un equipo tecnológico equipado con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés) para la georreferenciación de los sitios levantados. Los datos levantados fueron: nombre de los sectores, coordenadas en sistema Universal Transversal de Mercator (UTM), tipo de afectación y nombre de la parroquia. Esta información fue gestionada a través del uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

También se realizó el levantamiento de las encuestas a los habitantes de cada una de las parroquias, mediante el uso de un cuestionario de Google Form. Este instrumento fue remitido a cada habitante a través del uso de canales digitales.

2.5 Análisis de datos

La gestión eficiente de datos se llevó a cabo mediante el empleo de herramientas informáticas de código abierto. Se utilizaron softwares para el procesamiento de texto (*Office Word*), tabulación de datos (*Office Excel*), análisis estadísticos (IBM SPSS Statistics 25). También se incorporó tecnologías geoespaciales (ArcGIS 10.5 y Google Earth), para la exploración y visualización de datos en contextos geográficos, proporcionando una perspectiva espacial a la investigación. Para determinar la fiabilidad del cuestionario se calculó el coeficiente *Alpha de Cronbach* (Tavakol & Dennick, 2011; Rodríguez & Reguant, 2020), en el software IBM SPSS Statistics, de acuerdo con la Ecuación 2:

$$\alpha = \frac{k(1 - \sum S_i^2 / S_t^2)}{k - 1} \quad (2)$$

Siendo así, k el número de ítems del instrumento, la varianza de las puntuaciones en el ítem i , y la varianza de las puntuaciones totales del cuestionario.

3. Resultados

3.1 Uso, gestión y vulnerabilidad de suelos a deslizamientos de tierra

Las áreas afectadas por deslizamientos de tierra en la parroquia urbana 24 de Mayo, fueron los sectores: Cementerio, Loreto y San Rafael, con una población

vulnerable de 226 habitantes, en un área de 3 ha (Figura 2). En la parroquia San Cristóbal la vulnerabilidad fue superior en: Baldramina, Fabela, Ciudad del Sol y El mirador; con 120 habitantes expuestos a esta amenaza, y 12 ha de afectación (Figura 3). En la Venus del Río Quevedo, se observan cinco sectores con vulnerabilidad por deslizamientos: Ciudad del Norte, Bienestar Social, El Grito y Paquisha, con una población expuesta de 680 habitantes, y 1 ha de afectación (Figura 4). En la parroquia Nicolás Infante Díaz, se detectaron cinco sectores afectados: La Huecada, La Chanchera, 24 de Mayo, Playa Grande y Los Rosales, con 430 habitantes afectados y una superficie de 2 ha (Figura 5). En la zona matriz de Quevedo se detectó afectaciones por deslizamientos en el sector: centro, ladera del cementerio, Bellavista, atrás de la planta de agua potable, Hotel del Río y Concha Acústica, con una afectación de 357 personas y 5 ha (Figura 6) (Tabla 2).

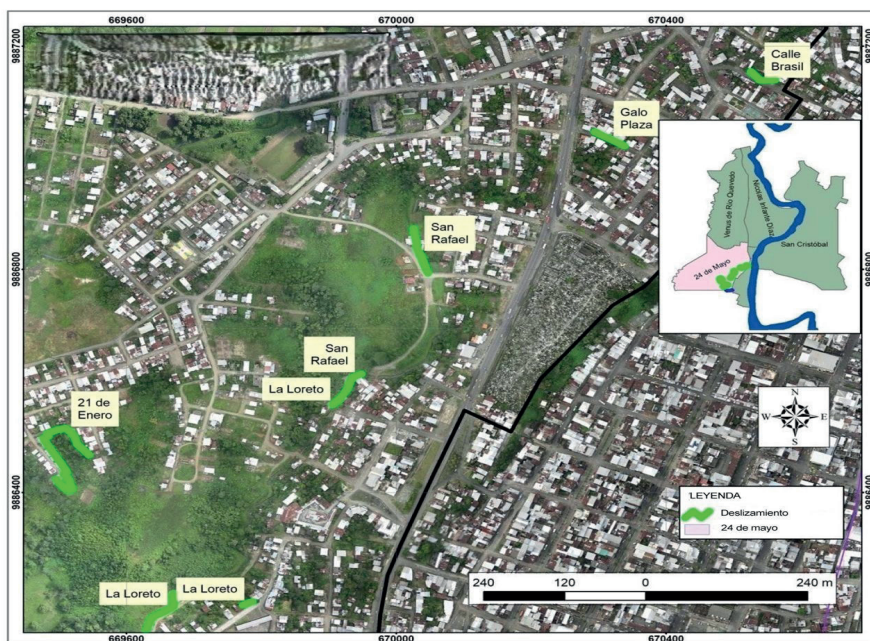


Figura 2. Mapa de deslizamientos parroquia 24 de Mayo.

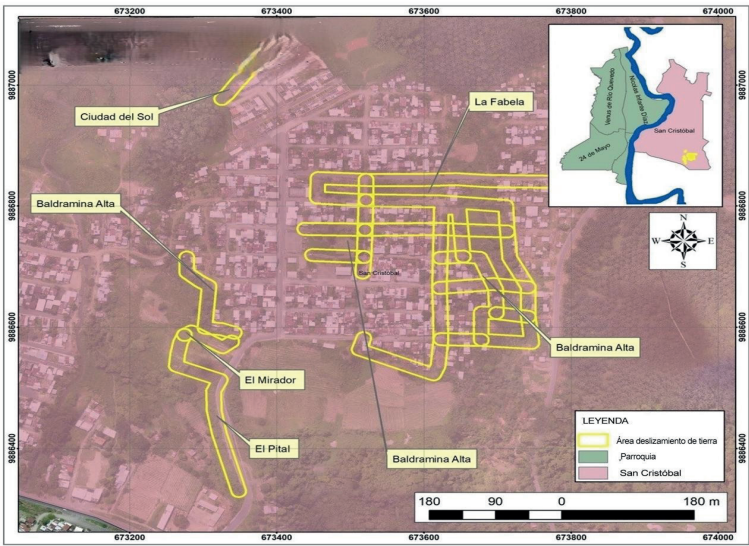


Figura 3. Mapa de deslizamientos parroquia San Cristóbal.

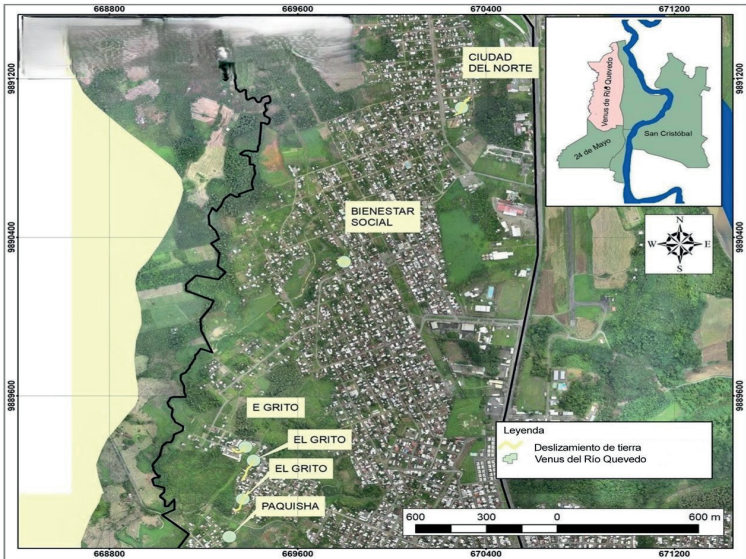


Figura 4. Mapa de deslizamientos parroquia Venus del Río Quevedo.



Figura 5. Mapa de deslizamientos parroquia Nicolás Infante Díaz.

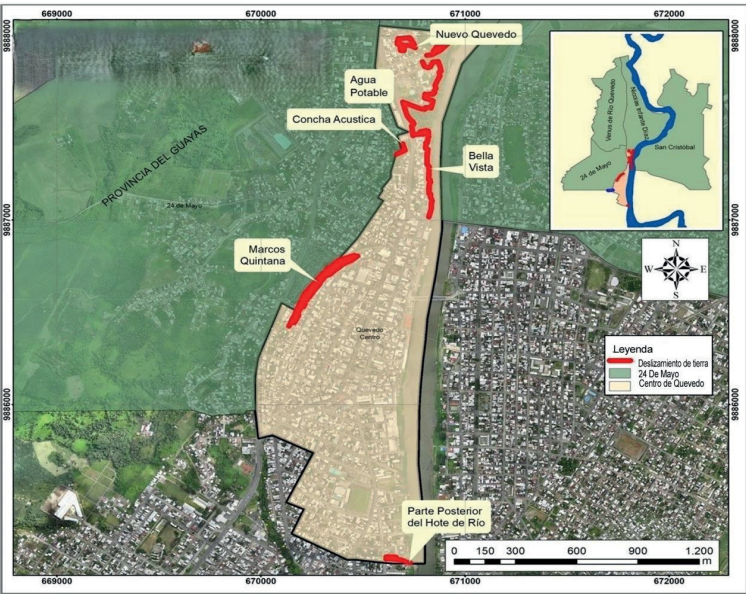


Figura 6. Mapa de deslizamientos parroquia Quevedo centro.

Tabla2. Zonas propensas a deslizamientos y número de manzanas afectadas

N°	Parroquias	Superficie (ha)	Superficie susceptible a deslizamientos	Número de manzanas afectadas directamente
1	Quevedo Centro	150,60	5	5
2	San Cristóbal	1215,61	12	12
3	24 de mayo	488,78	3	3
4	Venus del Río	550,45	1	1
5	Nicolás Infante Díaz	495,71	2	4
Total		2901,15	23	25

En torno a las mingas de limpieza, el 32% de las encuestas revelan que rara vez se efectúa el saneamiento de canales, canaletas, esteros y de zonas propensas a inundación; seguido del 31%, que muestra la no realización de esta actividad de limpieza; además, el 29% de los ciudadanos manifestó tener un escaso conocimiento sobre realización de estas mingas; por otro lado, el 8% de las encuestas indican que estas labores se realizan frecuentemente. Respecto a las prácticas de manejo sostenible del suelo, el 38,9% de la población menciona que rara vez han sido instruidos sobre alguna práctica de manejo sostenible del suelo que contribuya a reducir las áreas de riesgo; mientras que el 38,6% nunca ha conocido alguna práctica similar; por otra parte, el 15% de los residentes mantienen una condición neutral sobre el conocimiento de este tipo de prácticas, seguido por el 6% que con frecuencia adquiere conocimiento sobre alguna práctica de manejo del suelo, y apenas el 2% manifestó tener conocimientos consolidados sobre tales prácticas.

En lo relacionado a la competencia de ordenamiento territorial, el 33% de los ciudadanos indicó que rara vez el gobierno descentralizado ha puesto en práctica sus competencias de ordenamiento territorial y gestión de riesgos; en cambio, el 28% reveló que el municipio nunca ha ejecutado las competencias en esta materia, seguido por el 25% que desconoce sobre este particular; a diferencia del 10% de los residentes que consideran que el GAD toma competencia sobre este aspecto a menudo, y por último, el 4% de los encuestados indicó que el gobierno descentralizado siempre toma competencias sobre este asunto. En razón al uso, gestión y vulnerabilidad del suelo en la zona norte urbana de Quevedo, se observó que el nivel bajo prevalece con un 63%, seguido por el nivel medio con un total del 29%, y por último el nivel alto con el 8%.

3.2 Vulnerabilidad del suelo a inundaciones en base a niveles de riesgos naturales, antrópicos y sociales

La parroquia San Cristóbal se sitúa al margen derecho del río Quevedo, por tanto, se observa que las áreas afectadas por inundación se encuentran

colindantes al cauce del río. La población y territorio expuestos a esta amenaza es de 7.067 habitantes y 105 ha, en orden (Figura 7). Por su parte, la parroquia Venus del Río Quevedo presenta zonas de alto riesgo a inundaciones en los sectores: Comunidad Sucre, La Floresta, El Grito, Las Luces y Nuevo Amanecer. La población expuesta a inundaciones en esta parroquia es de 1.394 habitantes, y una extensión territorial afectada de 40 ha (Figura 8). En cambio, la parroquia 24 de Mayo evidencia zonas de alta afectación por inundaciones en los sectores: San Rafael, Luis Noboa, Juan de Dios, 21 de enero, Loreto, y atrás del terminal terrestre, con una población expuesta de 6,695 habitantes y 8 ha anegadas (Figura 9). La parroquia Nicolás Infante Díaz, presenta varios sitios de afectación por inundaciones, entre los sectores más perjudicados están: las Brisas, el estero a la bajada a Playa Grande desde la falda de la loma y la cancha del Dr. Pincay, hasta el nuevo acceso a playa Grande. En estos sitios la población expuesta corresponde a 62 habitantes, y una extensión de 10 ha (Figura 10) (Tabla 3).

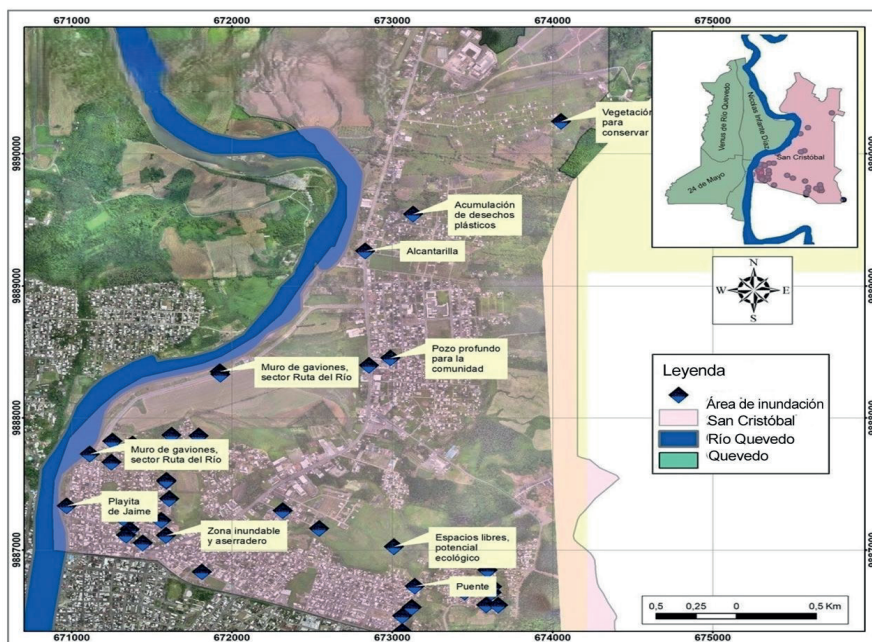


Figura 7. Mapa de inundaciones parroquia San Cristóbal.



Figura 8. Mapa de inundaciones parroquia Venus del Río Quevedo.

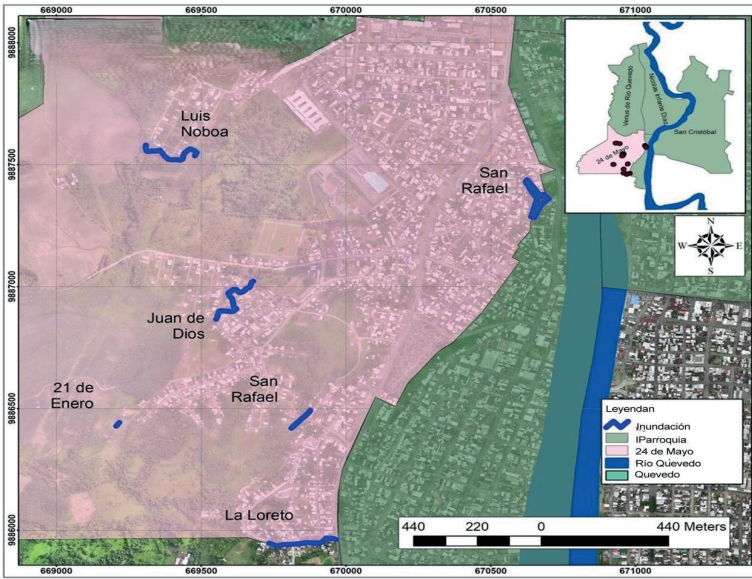


Figura 9. Mapa de inundaciones parroquia 24 de Mayo.

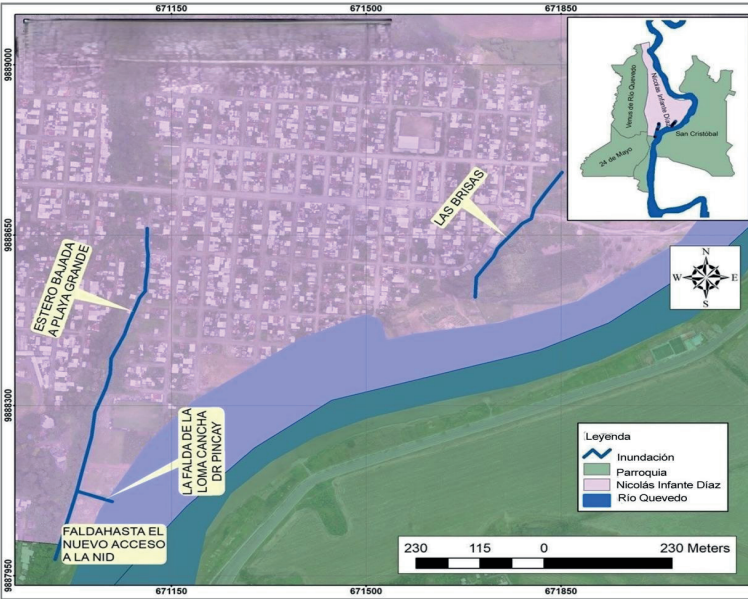


Figura 10. Mapa de inundaciones parroquia Nicolás Infante Díaz.

Tabla 3. Zonas propensas a inundaciones y número de manzanas afectadas

N°	Parroquias	Superficie (ha)	Superficie susceptible a inundaciones (ha)	Número de manzanas afectadas
1	Quevedo Centro	150,60	0	0
2	San Cristóbal	1215,61	105	140
3	24 de Mayo	488,78	8	86
4	Venus del Río	550,45	40	118
5	Nicolás Infante Díaz	495,71	10	17
Total		2901,15	163	361

La labor realizada por el GAD Municipal respecto a la legalización de terrenos en zonas de riesgo es muy deficiente, dado que el 41% de los residentes de estas áreas nunca han recibido alguna capacitación o información por parte de esta entidad pública, mientras que apenas un 30% indican haber recibido alguna vez algún tipo de instrucción al respecto. En la preparación de los habitantes sobre atención de emergencias, se observó que el 70% de los residentes de estas zonas nunca han sido informados sobre los mecanismos de acción a considerar para enfrentar riesgos. De igual forma, se evidenció que el 43% de los habitantes nunca han recibido información sobre los tipos de riesgos predominantes en su sector.

Además, se consultó a los habitantes de estas zonas de riesgo sobre la posibilidad de acogerse a una reubicación en caso de emergencias, a lo cual el 43% indicó que rara vez considerarían la opción de reubicación; por otra parte, un 29% estimó como nula dicha posibilidad. En cuanto al uso de suelo a niveles de riesgos, se obtuvo que el 72% de los habitantes consultados consideran un riesgo bajo por estas causas, seguido de un 20% para riesgo alto y el 9% para riesgo medio.

3.3 Alternativa de remediación para disminuir los riesgos ambientales en suelos vulnerables

El 48% de los individuos consultados indicó que nunca se han realizado proyectos de infraestructura para reducir los riesgos, seguido de un 42% que indicó que rara vez han ejecutado este tipo de proyectos. Por su parte, nunca (64%) se han desarrollado programas informativos con plantas vetiver para la prevención de riesgos en estas zonas, y apenas un 24% de los habitantes indican que rara vez se ha promovido este tipo de iniciativas. El nivel de organización de la población para la aplicación de proyectos de remediación es muy deficiente, al punto que el 61% de los habitantes mencionan nunca haberse organizado para este tipo de proyectos, mientras que apenas el 25% indica haber tenido algún tipo de organización al respecto. También se identificó que es necesario aplicar alternativas de remediación para disminuir los riesgos ambientales en suelos vulnerables, dado que el nivel de aplicación en sectores de alto riesgo es muy bajo (89%).



Figura 11. Remediación y fortalecimiento de taludes mediante el uso de plantas vetiver en la parroquia 24 de Mayo y el centro de Quevedo.

El proyecto de remediación y fortalecimiento mediante el uso de plantas vetiver se hace necesario de acuerdo a la encuesta realizada a la población de las parroquias afectadas (Figura 11). Al mismo tiempo que se debe dotar de una herramienta de planificación local para la Reducción de Riesgos de Desastres (RRD) de una manera transversal para el Gobierno Autónomo Descentralizado de Quevedo, que articule políticas públicas eficientes, de acuerdo a sus competencias. Los instrumentos de planificación local como el: Plan de Desarrollo

y Ordenamiento Territorial (PDOT) y el Plan de Uso y Gestión de Suelo (PUGS), incluyendo lineamientos y directrices del ente rector en la materia, como es el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE).

3.4 Relación de la densidad poblacional de las parroquias urbanas de la zona norte y la problemática de deslizamientos e inundaciones

Las áreas afectadas por inundaciones corresponden a las parroquias urbanas: San Cristóbal, Nicolás Infante Díaz, Venus del Río Quevedo y 24 de Mayo. La población expuesta a esta amenaza es de 15.218 habitantes, en un área total de 163 ha, según datos generados por el geoprocesamiento (Figura 12).

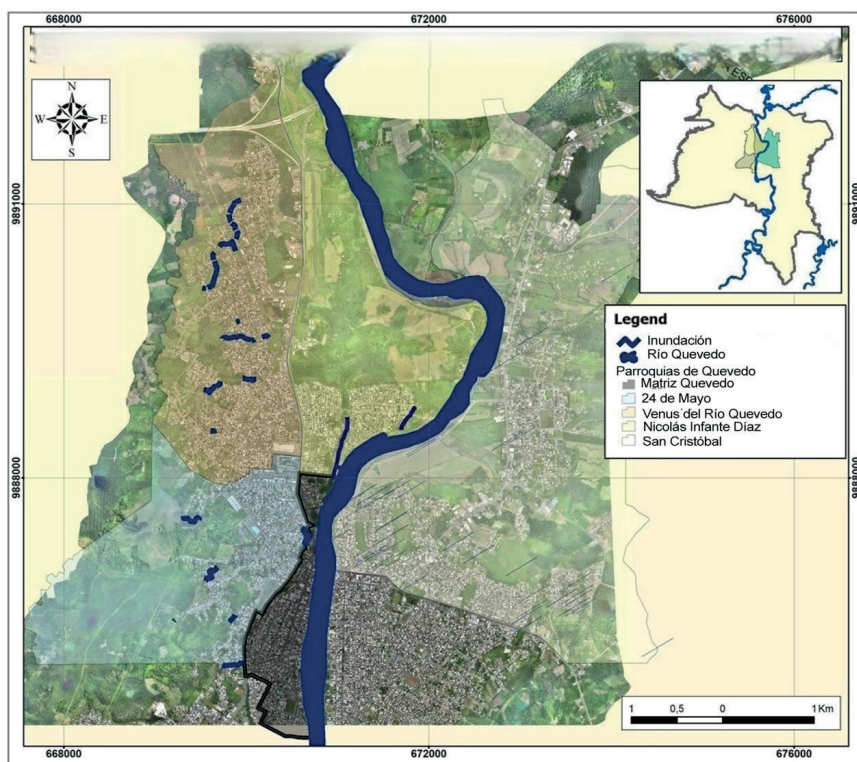


Figura 12. Mapa de inundaciones en zona norte de Quevedo.

Las zonas afectadas por los deslizamientos de tierra atañen a las diferentes zonas urbanas de las parroquias: San Cristóbal, Nicolás Infante Díaz, Venus del Río Quevedo, 24 de Mayo y Quevedo Centro (cabecera cantonal). En estos sectores la población expuesta a esta amenaza corresponde a 1.706 habitantes, que residen en un espacio territorial de 23 ha (Figura 13).

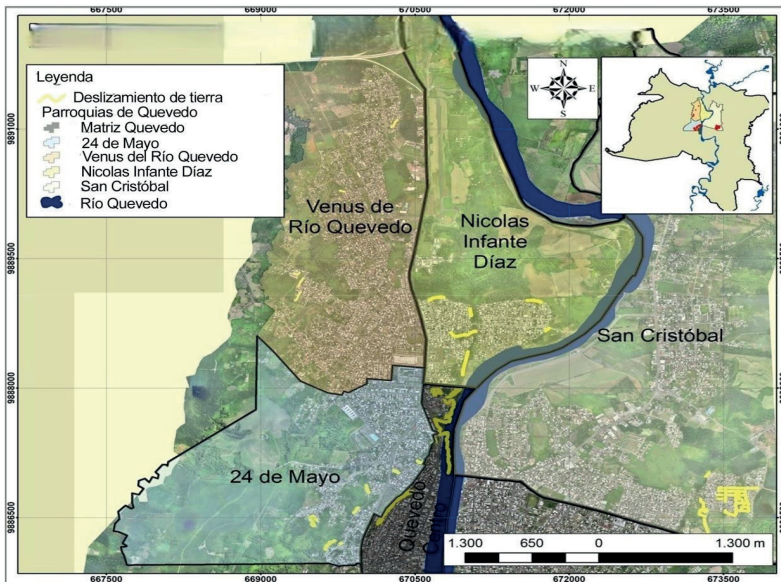


Figura 13. Mapa de deslizamientos en zona norte de Quevedo.

4. Discusión

La vulnerabilidad del suelo a los deslizamientos de tierra en la zona norte urbana del cantón Quevedo se extiende en un total de 23 ha, distribuidas principalmente en la parroquia San Cristóbal (52,17%), en la margen derecha del afluente principal. En esta área del territorio existen viviendas localizadas en terrenos con pendientes superiores al 25%, sin ninguna planificación previa. Por otra parte, se observa la presencia de afluentes y mínima presencia de árboles, que sumado a la débil estructura y permeabilidad del suelo acrecientan aún más el riesgo de los deslizamientos. De ahí, que la distribución espacial y los patrones temporales de inestabilidad de laderas pueden relacionarse con un conjunto complejo de factores naturales y antropogénicos responsables de generar daños (Pereira *et al.*, 2020). La vulnerabilidad humana a riesgo de deslizamientos de tierra también depende del comportamiento humano, incluidos factores que son difíciles de medir, como el conocimiento previo de los peligros, la conciencia de la situación y la capacidad de toma de decisiones (Pollock y Wartman, 2020). Es necesario mencionar que la cubierta forestal protege la ladera montañosa de los procesos de erosión y desgaste en masa, ya que las raíces sostienen el suelo subyacente y mantienen la pendiente estable (Baque, 2023). El aumento del crecimiento demográfico ha aumentado la demanda de madera y tierra para alimentos, lo que ha perturbado la pendiente de casi todas las regiones del mundo y ha provocado la inestabilidad de las pendientes (Rahman *et al.*, 2022).

Evadir y reducir los impactos de los peligros de deslizamientos de tierra es posible con la educación y la concienciación de las personas de la comunidad,

mirando la historia del peligro para evitar tales áreas propensas (González y Flórez, 2022). La planificación del uso de la tierra, las políticas y la implementación de la regulación a través del gobierno local pueden reducir el riesgo de tales peligros, y la intervención del gobierno a este respecto (Rahman *et al.*, 2022).

La susceptibilidad a los deslizamientos de tierra tiene efectos negativos directos en la población residente en esta zona urbana (1.813 habitantes), siendo la parroquia Venus del Río Quevedo la de mayor población afectada (37,50%). Los habitantes de estas zonas de la urbe a menudo están expuestos al deterioro de sus viviendas por desprendimientos inusuales del terreno, especialmente en las zonas más empinadas y con escasa o nula vegetación. Esto se relaciona con el bajo nivel de servicios básicos de estos barrios, y el nivel de pobreza generalizada existente, sumado a los altos niveles de delincuencia. El riesgo de deslizamientos de tierra está influenciado por varios sistemas geofísicos dinámicos (por ejemplo, procesos de deslizamiento de tierra, magnitud de deslizamiento de tierra, condiciones desencadenantes, entornos geológicos y geomorfológicos) (Alcántara-Ayala, 2020) y sociales (por ejemplo, población, ingresos, educación, vulnerabilidad social) (Aversa *et al.*, 2020), cuyas relaciones deben abordarse cuidadosamente tanto en el espacio como en el tiempo, para contribuir a una planificación urbana eficaz (Pereira *et al.*, 2020), que incorpore a más de la protección civil de infraestructuras, el uso de la tierra y la resistencia de las edificaciones; también utilice una zonificación adecuada, que integre aspectos geográficas, geológicas, geomorfológicas e hidrográficas del territorio (Rivera, 2023). Esto permitirá reducir el número de personas afectadas, muertes, y pérdidas económicas (Castillo, 2023).

La gestión de esta amenaza por parte de la autoridad municipal de turno ha sido muy baja (63%) a nivel urbano, en comparación con el sector rural, en donde la intervención del gobierno provincial ha sido fundamental para la prevención de deslizamientos en zonas de alta pendiente: barrancos, orillas de esteros y ríos. Por tanto, es esencial desarrollar nuevas metodologías para sintetizar las dimensiones del riesgo y contribuir a la gestión del riesgo de deslizamientos de tierra a nivel municipal (Puente *et al.*, 2023). Además, es importante que dentro del desarrollo urbanístico se considere la planificación de gestión de la vulnerabilidad de los suelos (Bello *et al.*, 2020), sobre todo en zonas con características de alta densidad poblacional, presencia de terrenos escarpados y ausencia de vegetación (Mora *et al.*, 2020). En un sentido similar, (Chaparro *et al.*, 2023) confirma que la ocupación de zonas de alto riesgo se debe a la informalidad urbana y a la falta de lineamientos de planeación urbana. La informalidad es un problema inherente a La Quebrada del Diablo y una de las barreras para la gestión del riesgo de desastres, a lo que se suma la baja participación ciudadana y la falta de planes y programas para la prevención y reducción del riesgo de desastres.

La vulnerabilidad a inundaciones en el territorio de la zona norte de Quevedo abarca alrededor de 163 ha, que comprenden en gran parte a la parroquia San Cristóbal, con un 64,42% del total. Las zonas inundables en esta parroquia de la urbe guardan una estrecha relación con la presencia del afluente principal, que

atraviesa el territorio en sentido sur-noroeste, sitio en el que se ha asentado una considerable proporción de la población. Esto se debe a que la urbanización y la expansión urbana que inducen el desarrollo de llanuras aluviales son inevitables (Burgos *et al.*, 2019). Algunas investigaciones han enfatizado que los cambios en la cobertura vegetal causan un mayor riesgo de inundaciones, particularmente los efectos de la deforestación sobre los caudales máximos (Jaraba *et al.*, 2021), la descarga de escorrentía de las inundaciones (Cajigal y Maldonado, 2019), la magnitud y frecuencia de las inundaciones (Alburquerque *et al.*, 2022). Por su parte, los asentamientos y comunidades de La Quebrada del Diablo están contruidos a orillas de un arroyo, lo que no es adecuado para una zona residencial. Este proceso es el resultado de la pobreza, la informalidad y la falta de regulación de los programas de ordenamiento territorial (Neva *et al.*, 2020). Como resultado de esta zona inestable, aumentan los impactos de diferentes eventos, principalmente las inundaciones (Chaparro *et al.*, 2023).

La población afectada por las inundaciones en esta zona de Quevedo corresponde a un total de 15.218 habitantes, distribuidos mayoritariamente (90,43%) en las parroquias San Cristóbal y 24 de mayo. Dado que el conocimiento sobre el riesgo de inundaciones es necesario para que una planificación resiliente a los desastres (Chang *et al.*, 2017), abordar el riesgo de inundaciones adecuadamente es un requisito previo a la planificación urbana (Atencia *et al.*, 2022), pero aún no se ha realizado adecuadamente, por lo que aún se pueden observar diversas afectaciones por esta amenaza, caracterizadas por un débil capacidad de respuesta de la ciudadanía y las autoridades. Esto deja entrever la imperante necesidad de buscar un modelo de desarrollo sostenible, que busque planificar una ciudad organizada, previendo este tipo de desastres en el mediano y largo plazo.

Las inundaciones en áreas urbanas son un desastre frecuente, natural o provocado por el hombre. Una de las formas más comunes en que la actividad humana causa desastres por inundaciones es a través del proceso de crecimiento urbano dentro de las llanuras de inundación (Chang *et al.*, 2017). Esto se asemeja mucho a la realidad de la zona norte de Quevedo, en donde la población durante la última década se ha incrementado abruptamente. La rápida urbanización y la carente planificación en las llanuras de inundación tienden a aumentar el número de personas expuestas con mayor frecuencia a los peligros de inundación (Miladan *et al.*, 2019), lo que requiere la integración de la gestión del riesgo de inundaciones en la planificación urbana regular (Sánchez, 2021).

La mayor parte de la población local (72%) evidencia un bajo conocimiento en cuanto al uso del suelo en base a los riesgos existentes. Esto explica por qué muchas de las viviendas de los sectores vulnerables a inundaciones han sido asentadas en sitios de alto riesgo: al margen de ríos y esteros, y en áreas contiguas a acequias o pantanos. En contraste, las experiencias con intervenciones estructurales de control de inundaciones han dado paso a nuevos conocimientos (Márquez y Zambrano, 2020), que son una combinación de medidas estructurales y no estructurales de mitigación del riesgo de

inundaciones dependiendo de las necesidades locales o regionales específicas (Baky *et al.*, 2020). Por otra parte, la mayoría de la población es consciente de que vive en una zona de riesgo (Chaparro *et al.*, 2023). En el Asentamiento Humano El Mirador (AHM), el 78,8% era consciente de la realidad de la zona, mientras que en la Asociación La Florida (ALF) el porcentaje era superior, del 82,7%. Con esta afirmación se preguntó si la población estaba preparada para los riesgos asociados a vivir en la zona, y se comprobó que sólo la mitad de la población había recibido algún tipo de formación por parte de las autoridades (Cutipa *et al.*, 2024).

5. Conclusiones

Los deslizamientos de tierra en la zona norte del cantón Quevedo se manifiestan dentro de un área de 23 ha de territorio urbano, afectando de forma directa a una población de 1.706 residentes. Entre los sectores más afectados por este riesgo, están: Baldramina, La Fabela, Ciudad del Sol y El mirador de la parroquia San Cristóbal. En esta zona es común observar la presencia de asentamientos humanos en laderas inestables y terrenos con pendiente pronunciada. La inestabilidad de las laderas ocasionada por la modificación de la estructura del suelo, a causa de las edificaciones y la tala de árboles, sumado a la incidencia de altas precipitaciones, ocasionan que el riesgo de deslizamiento de tierra en esta sección del territorio de Quevedo se manifieste con mayor frecuencia e intensidad. Esta situación se agrava aún más debido a la ausencia de políticas públicas de planificación territorial sostenibles, que garanticen la preservación de las zonas de laderas, como áreas sensibles y libres de asentamientos humanos, y al mismo tiempo que sostengan su protección.

El riesgo de inundaciones en la zona norte de Quevedo se presenta en un área urbana de 163 ha, con afectación directa a 15.218 habitantes, siendo los sectores más perjudicados: La Playita de Jaime, Ruta del Río, Pital y Playa Grande, pertenecientes a la parroquia San Cristóbal y Nicolás Infante Díaz. La presencia de viviendas en zonas ribereñas (en una franja >200 metros), cercanas a las márgenes del río principal ha ocasionado que el riesgo por inundación se mantenga a lo largo del tiempo, y genere efectos perjudiciales en la población local, principalmente pérdidas de bienes materiales, vidas humanas y animales, así como el brote de enfermedades. Las actividades extractivas de material pétreo aguas arriba del cauce y la deforestación de las zonas ribereñas del río, así como la modificación de las áreas inmediatas al afluente por las infraestructuras de viviendas y zonas comerciales han generado que el alcance del flujo y la corriente de agua sea aún mayor, dando paso a eventos de inundación en épocas de intensa lluvia.

Otra de las áreas propensas a inundación se localiza en el sector El Pantano de la parroquia San Cristóbal, en dónde el desarrollo de asentamientos humanos en una zona pantanosa y anegada por lagunas de oxidación (abandonadas), han dado lugar a la presencia de fuertes eventos de inundación durante la época de lluvias, lo cual es causante de innumerables malestares

en la población residente, entre ellos: la producción de enfermedades virales debido a la proliferación de vectores, el deterioro de la estructura de viviendas y comercios. La existencia de esta zona de alto riesgo tuvo lugar debido a un débil control regulatorio por parte de la autoridad municipal en lo que respecta al otorgamiento de permisos de construcción en esta zona, y la carencia de un ordenamiento territorial oportuno.

La presencia de áreas sensibles a inundaciones y deslizamientos de tierra en la zona norte de Quevedo demuestra la preexistencia de un modelo de ordenamiento territorial inadecuado, que no prioriza el bienestar humano, la capacidad de uso de la tierra y la conservación de los recursos naturales; generando así presiones en el territorio debido a un cúmulo de actividades antropogénicas, factores sociales y ambientales débilmente gestionados. Por consiguiente, es crucial considerar en estas zonas, una planificación del territorio que considere las aptitudes y capacidad del uso actual del suelo, el uso de prácticas de manejo sostenible, y la definición de políticas de planificación urbana y agrícola que tomen en cuenta la fragilidad de los suelos ante factores ambientales y antropogénicos. Esto resalta la necesidad de una colaboración interdisciplinaria y la participación de la comunidad residente, que garantice un enfoque equilibrado, que proteja los recursos naturales del territorio, preserve las diferentes formas de vida y promueva la resiliencia a largo plazo.

Las políticas públicas implementadas hasta la fecha han contribuido en cierta medida a abordar la vulnerabilidad del sector urbano del norte de Quevedo; sin embargo, queda claro que la complejidad de los desafíos ambientales y la necesidad de una remediación efectiva de suelos vulnerables requieren un enfoque multidisciplinario y colaborativo. Ante esta situación, la alternativa de remediación basada en la repotenciación y fortalecimiento de las laderas con siembra de plantas vetiver, y la reforestación de las riberas del río con vegetación nativa, ofrece un enfoque prometedor para mitigar los riesgos por inundación y deslizamientos de tierra. La colaboración de expertos en ciencias del suelo, ecología, ingeniería ambiental y gestión de riesgos es vital para garantizar el éxito de esta estrategia. Además, es esencial involucrar activamente a la comunidad para asegurar que la alternativa sea socialmente aceptable y sostenible a largo plazo.

Bibliografía

- Alburquerque, N., Gutiérrez, M. A., Quijano, M. S. & Muñoz, M. (2022). Propuesta normativa para considerar la vulnerabilidad urbana ante inundaciones. *Revista Nthe, Edición Especial, Vulnerabilidad Urbana*, 55-64.
- Alcántara-Ayala, I. (2020). Integrated landslide disaster risk management (ILDRiM): the challenge to avoid the construction of new disaster risk. *Environmental Hazards*, 20 (3), 323-344. <https://doi.org/10.1080/17477891.2020.1810609>
- Arias, P. A., Garreaud, R., Poveda, G., Espinoza, J. C., Molina-Carpio, J., Masiokas, M., Viale, M., Scaff, L. & Van Oevelen, P. J. (2021). Hydroclimate of the Andes part II: Hydroclimate variability and sub-continental patterns. *Frontiers in Earth Science*, 8, 505467. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.505467>

- Assuah, C. K., Mensah-Wonkyi, T., Adusei, M. S., Abedu, G. & Ghunney, S. (2022). Enhancing Undergraduate Mathematics Students' Conceptual Knowledge of the Confidence Interval for the Population Mean. *British Journal of Education*, 10 (8), 1-17.
- Atencia, Y. H., Rojas, L. E. P. & Ramos, J. M. (2022). Evaluación de la vulnerabilidad física ante inundaciones bajo escenarios de cambio del uso del suelo. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/paper.2149>
- Aversa, M., Rotger, D. V. & Senise, F. (2020). Vivir en las márgenes del riesgo. Inundación y resiliencia en La Plata. *Bitácora Urbano Territorial*, 30 (3), 219-232. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n3.86792>
- Bakkensen, L. A., Fox-Lent, C., Read, L. K. & Linkov, I. (2016). Validating resilience and vulnerability indices in the context of natural disasters. *Risk Analysis*, 37 (5), 982-1004. <https://doi.org/10.1111/risa.12677>
- Baky, M. A. Al, Islam, M., & Paul, S. (2020). Flood hazard, vulnerability and risk assessment for different land use classes using a flow model. *Earth Systems and Envir*, 4, 225-244. <https://doi.org/10.1007/s41748-019-00141-w>
- Ballesteros, K. S., Caizaguano, D. G., Haro, A. G. & Toulkeridis, T. (2022). Case Study of the Application of an Innovative Guide for the Seismic Vulnerability Evaluation of Schools Located in Sangolquí, Interandean Valley in Ecuador. *Buildings*, 12 (9), 1471. <https://doi.org/10.3390/buildings12091471>
- Baque, M. A. P. (2023). Estimación de riesgo por deslizamiento en la parroquia Noboa, 24 de Mayo, Manabí. UNESUM-Ciencias. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 7 (1), 103-118. <https://doi.org/10.47230/unsum-ciencias.v7.n1.2023.708>
- Bello, O., Bustamante, A. & Pizarro, P. (2020). Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. CEPAL.
- Burgos, B. D., Cartaya, S. J. & Mero del Valle, D. J. (2019). Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador. *Investigaciones Geográficas*, 98. <https://doi.org/10.14350/rig.59767>
- Cajigal, E. & Maldonado, A. L. (2019). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante inundaciones. Un ejercicio emergente ante el cambio climático. *Economía, Sociedad y Territorio*, 19 (61), 543-574. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212019000300543
- Castillo, M. V. (2023). Planificación urbana sostenible en Panamá. *Revista Oratores*, 19, 129-151. <https://doi.org/10.37594/oratores.n19.1207>
- Ccopi, D., Barzola, B., Ruiz, S., Gabriel, E., Ortega, K. & Cordova, F. (2023). River Flood Risk Assessment in Communities of the Peruvian Andes: A Semiquantitative Application for Disaster Prevention. *Sustainability*, 15(18), 13768. <https://doi.org/10.3390/su151813768>
- Cevallos, J. J. M. & Montufar, M. A. C. (2022). La planificación local y su enfoque de gestión de riesgos en el Ecuador a partir del terremoto de 2016. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 24 (1), 65-82. <https://doi.org/10.36677/qret.v24i1.15859>
- Chang, Y.-T., Lee, Y.-C. & Huang, S.-L. (2017). Integrated spatial ecosystem model for simulating land use change and assessing vulnerability to flooding. *Ecological Modelling*, 362, 87-100. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.08.013>
- Chaparro, J. C. M., Borges, E. E. H. & Mora, L. L. M. (2023). Mapa de riesgos de inundación en la Microcuenca Hidrográfica 24 de Junio, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México. *Revista de Estudios Latinoamericanos Sobre Reducción Del Riesgo de Desastres REDER*, 7 (1), 116-130. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i1.111>
- Cutipa, R. C., Chambilla, Z. del P. C., Medina, P. A. G., Tesillo, A. M. M., Soto, H. J. S. & Aco, M. S. V. (2024). Riesgo y vulnerabilidad frente a peligros hidrogeológicos de movimientos

- en masa en La Quebrada del Diablo, Tacna, Perú. *Revista de Estudios Latinoamericanos Sobre Reducción Del Riesgo de Desastres REDER*, 8 (1), 193–207.
<https://doi.org/10.55467/reder.v8i1.147>
- Dixon, T., Connaughton, J. & Green, S. (2018). *Understanding and shaping sustainable futures in the built environment to 2050. Sustainable Futures in the Built Environment to 2050: A Foresight Approach to Construction and Development* (337-364).
<https://doi.org/10.1002/9781119063834.ch17>
- Dorling, D. (2021). World population prospects at the UN: our numbers are not our problem? In *The struggle for social sust.* (pp. 129-154). Policy Press.
- Érdi, P. & Szvetelszky, Z. (2022). *Repair: When and How to Improve Broken Objects, Ourselves, and Our Society*. Springer Nature.
- González, C. & Flórez, G. Y. (2022). Vulnerabilidad física en viviendas de la periferia en Manizales, Colombia. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 37 (3), 935–976.
<https://doi.org/10.24201/edu.v37i3.2022>
- González, I., Paixão, M. A., Zambrano, F. C. & Kobiyama, M. (2021). Similitudes, diferencias y mejoras para la conceptualización de los desastres relacionados al agua en América del Sur. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 5 (2), 138-151. <https://doi.org/10.55467/reder.v5i2.76>
- Guerrero, P. & Luque, A. (2021). Social responsibility, sustainability, and public policy: The lessons of debris management after the Manabí Earthquake in Ecuador. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18 (7), 3494.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18073494>
- Hernantes, J., Labaka, L., Turoff, M., Hiltz, S. R., & Bañuls, V. A. (2017). Moving forward to disaster resilience: Perspectives on increasing resilience for future disasters. In *Technological Forecasting and Social Change*, 121, 1-6
<https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.011>
- Ishiwatari, M., Kawakami, H., Sasaki, D., Sakamoto, A. & Nakayama, M. (2024). Enhancing Disaster Resilience for Sustainable Urban Development: Public-Private Partnerships in Japan. *Sustainability*, 16 (9), 3586. <https://doi.org/10.3390/su16093586>
- Jaraba, D. C. M., Padilla, R. A. C., Peñaranda, C. E. J., Martínez, E. E. R. & Navarro, F. D. L. (2021). Amenaza y vulnerabilidad por inundación del brazo de Mompóx (río Magdalena), corregimiento de Cantera, Bolívar, Colombia. *Prospectiva*, 19 (2), 13.
<https://doi.org/10.15665/rp.v19i2.2712>
- Joshi, N., Wende, W. & Tiwari, P. C. (2022). Urban planning as an instrument for disaster risk reduction in the Uttarakhand Himalayas. *Mountain Research and Development*, 42(2), D13–D21. [https://doi.org/10.1659/MRD-journal-21-42\(2\)_D13–D21](https://doi.org/10.1659/MRD-journal-21-42(2)_D13–D21)
- Keesstra, S. D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., Montanarella, L., Quinton, J., Pachepsky, Y. & Van Der Putten, W. H. (2016). FORUM paper: The significance of soils and soil science towards realization of the UN sustainable development goals (SDGs). *Soil Discussions*, 1-28. <https://doi.org/10.5194/suelo-2-111-2016>
- Li, H., Xu, E. & Zhang, H. (2021). Examining the coupling relationship between urbanization and natural disasters: A case study of the Pearl River Delta, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 55, 102057. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102057>
- Mallma, S. F. T. (2021). Mainstreaming land use planning into disaster risk management: trends in Lima, Peru. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 62, 102404.
<https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102404>
- Marcillo, J. C., Alvarez, A. & García, A. (2021). Analysis of risk and disaster reduction strategies in South American countries. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 61, 102363. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102363>

- Marcillo, J. C., Alvarez, A. & García, A. (2022). Communication strategies on risk and disaster management in South American countries. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 76, 102982. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2022.102982>
- Marcillo, J. L. M. & Toulkeridis, T. (2023). Hydrological modeling for the discharge production in an experimental area of the Guayas river basin, Ecuador. *Revista Geográfica de Chile Terra Australis*, 59, 73-83. <https://doi.org/10.23854/07199562.20231.munoz>
- Márquez, J. A. & Zambrano, J. A. A. (2020). Urban law and sustainable cities: Reasonable analysis of the case in the Republic of Ecuador. *Eco Cities*, 1 (1). <https://doi.org/10.54517/ec.v1i1.1823>
- McDonald, R. I., Marcotullio, P. J. & Güneralp, B. (2013). Urbanization and global trends in biodiversity and ecosystem services. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities: A Global Assessment*, 31-52.
- Mera, Á. G. Q., Velasco, M. T. T., Mera, F. P. Q. & Mera, V. E. Q. (2023). Risk management in rural development and land use planning: the case of San Lorenzo, Esmeraldas-Ecuador. *Espiraes Revista Multidisciplinaria de Investigación*, 7 (44). <https://doi.org/10.31876/er.v6i44.833>
- Miladan, N., Ariani, F., Pertiwi, S. N. I., Setiawan, R. & Handayani, K. N. (2019). Land use vulnerability towards the flood risk in Surakarta City. *MATEC Web of Conferences*, 280, 1011. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201928001011>
- Montenegro, M., Campoazano, L., Urdiales-Flores, D., Maisincho, L., Serrano-Vincenti, S. & Borbor-Cordova, M. J. (2022). Assessment of the impact of higher temperatures due to climate change on the mortality risk indexes in Ecuador until 2070. *Frontiers in Earth Science*, 9, 794602. <https://doi.org/10.3389/feart.2021.794602>
- Mora, M. G. C., Guerrero, O. A. & Camargo, O. A. G. (2020). Inserción del riesgo natural en la planificación territorial. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 13, 1-15. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu13.irnp>
- Mora, M. J. M., González, C. A. L., Hidalgo, D. A. E. & Toulkeridis, T. (2022). Determination of altitudes of the three main Ecuadorian summits through GNSS positioning. *Geodesy and Geodynamics*, 13 (4), 343-351. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2021.11.006>
- Mosquera, D., Cueva, Z., Chalco, I., Moreno, J., Suango, V., García, A. & Toulkeridis, T. (2021). Geo-technologies applied to the spatial analysis of territorial inequalities-Case study of Latacunga, Central Ecuador. *XV Multidisciplinary International Congress on Science and Technology*, 199-213.
- Neva, A. A., Morales, J. C., Vélez, Ó. L. P., & Castillo, L. A. I. (2020). Estimación de áreas vulnerables a inundaciones en zonas urbanas: Morelia, Michoacán, México/Estimating areas vulnerable to flooding in urban zones: Morelia, Michoacán, Mexico. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 11 (3), 1-26. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2020-03-01>
- Oliver, A., Alcántara, I., Burton, I. & Lavell, A. (2017). The social construction of disaster risk: Seeking root causes. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 22, 469-474. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.10.006>
- Orejuela, I. P. & Toulkeridis, T. (2020). Evaluation of the susceptibility to landslides through diffuse logic and analytical hierarchy process (AHP) between Macas and Riobamba in Central Ecuador. *2020 Seventh International Conference on EDemocracy & EGovernment (ICEDEG)*, 201-207. <https://doi.org/10.1109/ICEDEG48599.2020.9096879>
- Othman, A., El-Saoud, W. A., Habeebullah, T., Shaaban, F. & Abotalib, A. Z. (2023). Risk assessment of flash flood and soil erosion impacts on electrical infrastructures in overcrowded mountainous urban areas under climate change. *Reliability Engineering & System Safety*, 236, 109302. <https://doi.org/10.1016/j.res.2023.109302>

- Pereira, S., Santos, P. P., Zêzere, J. L., Tavares, A. O., Garcia, R. A. C. & Oliveira, S. C. (2020). A landslide risk index for municipal land use planning in Portugal. *Science of the Total Environment*, 735, 139463. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139463>
- Pollock, W. & Wartman, J. (2020). Human vulnerability to landslides. *GeoHealth*, 4 (10), e2020GH000287.
- Poveda, G., Espinoza, J. C., Zuluaga, M. D., Solman, S. A., Garreaud, R. & Van Oevelen, P. J. (2020). High impact weather events in the Andes. *Frontiers in Earth Science*, 8, 162. <https://doi.org/10.3389/feart.2020.00162>
- Puente, F., Villamarín, P. & Cevallos, L. A. (2023). Evolución de la política de suelo para la reducción del riesgo de deslizamientos en Quito. *Revista Invi*, 38 (109), 255–287. <https://doi.org/10.5354/0718-8358.2023.66928>
- Rahman, G., Bacha, A. S., Ul Moazzam, M. F., Rahman, A. U., Mahmood, S., Almohamad, H., Al Dughairi, A. A., Al-Mutiry, M., Alrasheedi, M. & Abdo, H. G. (2022). Assessment of landslide susceptibility, exposure, vulnerability, and risk in shahpur valley, eastern hindu kush. *Frontiers in Earth Science*, 10, 953627. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.953627>
- Rivera, O. D. (2023). Nuevas construcciones arquitectónicas en zonas urbanas vulnerables a deslizamientos de tierra por profundidad de erosión, demarcación Álvaro Obregón, CDMX, México. *Entorno Geográfico*, 25, e21812351. <https://doi.org/10.25100/eg.v0i25.12351>
- Rodríguez, J. & Reguant, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 13(2), 1-13. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Salazar, E., Henríquez, C., Sliuzas, R. & Qüense, J. (2020). Evaluating spatial scenarios for sustainable development in Quito, Ecuador. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9 (3), 141. <https://doi.org/10.3390/ijgi9030141>
- Salcedo, D., Padilla Almeida, O., Morales, B. & Toulkeridis, T. (2022). Smart city planning based on landslide susceptibility mapping using fuzzy logic and multi-criteria evaluation techniques in the city of Quito, Ecuador. *Doctoral Symposium on Information and Communication Technologies-DSICT*, 89–103. https://doi.org/10.1007/978-3-030-93718-8_8
- Sánchez, E. (2021). *Evaluación multicriterio de la vulnerabilidad biofísica ante inundaciones de la cuenca del río Atacames-Esmeraldas-Ecuador. Sensores Remotos, GIS y Software R, Aplicado a Hidrogeología y Cambio Climático* (33-56). Centro de Publicaciones PUCE: Quito, Ecuador.
- Sandifer, P. A. & Walker, A. H. (2018). Enhancing disaster resilience by reducing stress-associated health impacts. *Frontiers in Public Health*, 6, 373. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00373>
- Tavakol, M. & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Torres, B., Andrade, V., Heredia-R, M., Toulkeridis, T., Estupiñán, K., Luna, M., Bravo, C. & García, A. (2022). *Productive Livestock Characterization and Recommendations for Good Practices Focused on the Achievement of the SDGs in the Ecuadorian Amazon. Sustainability*, 14(17), 10738. <https://doi.org/10.3390/su141710738>
- Toulkeridis, T., Sínde-González, I. & Orbe, J. (2022). Glacial lake tsunami of 13 october 2000 on" el altar" volcano of Ecuador. *Science of Tsunami Hazards*, 41 (3). https://www.researchgate.net/publication/362655580_GLACIAL_LAKE_TSUNAMI_OF_13_OCTOBER_2000_ON_EL_ALTAR_VOLCANO_OF_ECUADOR#full-text
- Toulkeridis, T., Tamayo, E., Simón-Baile, D., Merizalde-Mora, M. J., Reyes-Yunga, D. F., Viera-Torres, M. & Heredia, M. (2020). Climate Change according to Ecuadorian academ-

- ics-Perceptions versus facts. LA GRANJA. *Revista de Ciencias de La Vida*, 31(1), 21-46. <https://doi.org/10.17163/lgr.n31.2020.02>
- Toulkeridis, T. & Zach, I. (2016). Wind directions of volcanic ash-charged clouds in Ecuador-implications for the public and flight safety. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8 (2), 242-256. <https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1199445>
- Upadhyay, R. K. (2020). Markers for global climate change and its impact on social, biological and ecological systems: A review. *American Journal of Climate Change*, 9 (03), 159. <https://doi.org/10.4236/ajcc.2020.93012>
- Valdes, A. C., Mendoza, M. E., Allende, T. C. & Macías, J. L. (2021). A review of recent studies on landslide hazard in Latin America. *Physical Geography*, 44 (3), 243-286. <https://doi.org/10.1080/02723646.2021.1978372>
- Zhang, C., Khan, I., Dagar, V., Saeed, A. & Zafar, M. W. (2022). Environmental impact of information and communication technology: Unveiling the role of education in developing countries. *Technological Forecasting and Social Change*, 178, 121570. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121570>