

Identificación de Zonas Óptimas para Redensificación Urbana mediante Sistemas de Información Geográficos para la Reubicación de Población en Riesgo por Remoción en Masa e Inundación en Santiago de Cali, Colombia.

E. N. Muñoz ¹
evelin046@hotmail.com

¹ Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Especialización en Sistemas de Información geográficos

D. A. Garcés ¹
dg.alejandro.garces@gmail.com

¹ Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Especialización en Sistemas de Información geográficos

Ana Bely Escalante Caicedo
Director de Trabajo de Grado

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Especialización en Sistemas de Información geográficos

Resumen

Este estudio se enfocó en la identificación de zonas óptimas para reubicar a las comunidades de Cali, Colombia, que se encuentran en riesgo de ser afectadas por deslizamientos de tierra e inundaciones, en el marco de proyectos de redensificación urbana. Para ello, la metodología empleada se llevó a cabo en tres fases. Primero, se identificaron los predios en riesgo mediante la superposición de capas de datos geográficos sobre amenazas de deslizamientos e inundaciones. Luego, se efectuó una depuración de datos utilizando una serie de criterios ambientales, urbanísticos-normativos y socioculturales, determinado así las áreas aptas para la reubicación de estas comunidades, considerando sus necesidades y características. Y, por último, de los sectores óptimos resultantes se seleccionaron predios potenciales para realizar la modelación urbanística.

Los resultados evidenciaron que los sectores potenciales para la redensificación urbana y la reubicación de la población en riesgo son El Diamante, Prados del Norte, El Coliseo y Santa Isabel. Asimismo, la fase de análisis de predios resultantes y criterios normativos para la modelación de los proyectos de vivienda constató que los cuatro predios localizados en el sector El Diamante contaban con el potencial necesario para el desarrollo de la modelación urbanística y, por ende, para el desarrollo de proyectos de vivienda. La modelación urbanística indicó que un desarrollo urbanístico de vivienda multifamiliar de 12 edificios de cinco pisos, cada uno con cuatro apartamentos por piso, proporciona 240 soluciones habitacionales para reubicación de población en Riesgo.

Palabras Clave: Reubicación, Redensificación urbana, Deslizamientos, Inundaciones, Identificación de población en riesgo, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Criterios ambientales, Criterios urbanísticos-normativos, Criterios sociales y culturales, Resiliencia urbana, Análisis espacial.

Abstract

This study focused on identifying optimal areas to relocate communities in Cali, Colombia, that are at risk of landslides and floods, within the framework of urban densification projects. The methodology employed was carried out in three phases. First, at-risk properties were identified by overlaying geographic data layers on landslide and flood threats. Then, data was refined using a series of environmental, urban-normative, and sociocultural criteria, thus determining suitable areas for the relocation of these communities, considering their needs and characteristics. Finally, from the resulting optimal sectors, potential properties were selected for urban modeling.

The results showed that the potential sectors for urban densification and relocation of at-risk populations are El Diamante, Prados del Norte, El Coliseo, and Santa Isabel. Additionally, the analysis phase of resulting properties and normative criteria for housing project modeling confirmed that the four properties located in the El Diamante sector had the necessary potential for urban modeling and, consequently, for housing project development. The urban modeling indicated that a multifamily housing development consisting of 12 buildings with five floors, each with four apartments per floor, provides 240 housing solutions for the relocation of at-risk populations.

Keywords: Relocation, Urban densification, Landslides, Floods, Identification of population at risk, Geographic Information Systems

(GIS), Environmental criteria, Urban, regulatory criteria, Socio-cultural criteria, Urban resilience, Spatial analysis.

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Cali, Colombia, se enfrenta a un creciente desafío urbano, dado que, las comunidades se están asentando cada vez más en zonas propensas a los peligros de las inundaciones y los deslizamientos de tierra. Este fenómeno se ve agravado por el rápido crecimiento urbano y la falta de una planificación estratégica del uso del suelo, lo que supone una amenaza persistente para la seguridad y el bienestar de los residentes locales.

Las lluvias intensas y el desbordamiento de los ríos son los precursores de las inundaciones que ponen en peligro a estas comunidades de Cali. Las consecuencias de estos fenómenos son catastróficas y se caracterizan por la destrucción material, la pérdida de vidas humanas y el deterioro de infraestructuras esenciales como viviendas, sistemas de agua potable y redes de saneamiento. Igualmente peligrosos son los deslizamientos de tierra, lentos y repentinos, que proliferan en zonas con terrenos escarpados y suelos inestables. A pesar de ser conscientes de estos riesgos, muchas comunidades siguen habitando en zonas vulnerables, empujadas por presiones socioeconómicas y alternativas de vivienda inadecuadas.

Según el Plan de Ordenación Territorial (POT) de 2014 del Departamento Administrativo de Planeación Municipal, se estima que aproximadamente 9.461 viviendas están en riesgo por deslizamientos, 7.500 por crecidas del río Cauca y 120 por afluentes del río Cauca. Esto implica una urgente necesidad de reubicar alrededor de 17.081 hogares debido a su ubicación en zonas de riesgo no mitigable. La mayoría de estas áreas se encuentran a lo largo de la ladera y las orillas del río Cali, así como en la parte oriental de la ciudad, conocida como Pondaje.

Paralelamente, los esfuerzos actuales de los gobiernos y el sector inmobiliario se centran en la construcción de nuevos proyectos de vivienda en zonas de expansión urbana y periferias, que a menudo carecen de los criterios básicos establecidos por ONU-Hábitat para una vivienda adecuada, tales como, seguridad de la tenencia, disponibilidad de servicios, asequibilidad, habitabilidad, accesibilidad, ubicación y adecuación cultural; dejando de lado la posibilidad de integrar proyectos de densificación y reubicación, los cuales son esenciales para optimizar el uso del suelo, reducir la exposición a amenazas naturales y elevar la calidad de vida de los residentes. Una planificación cuidadosa y basada en datos es fundamental para evitar la reubicación y el asentamiento desordenado en zonas de alto riesgo.

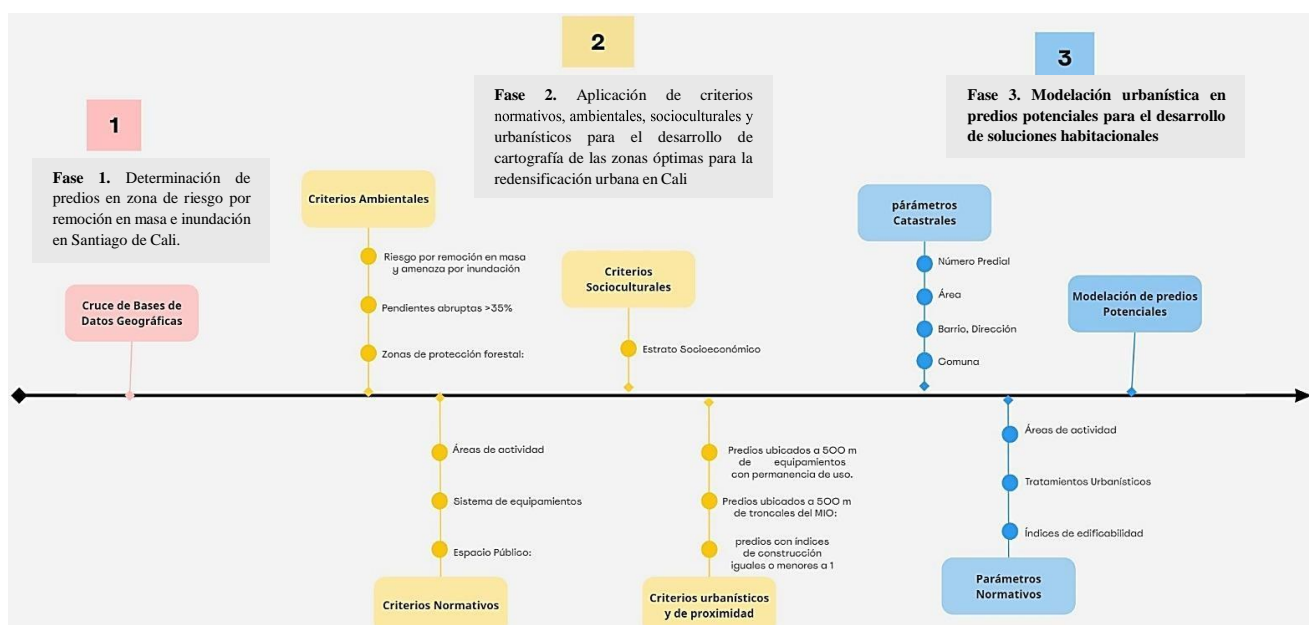
En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) desempeñan un papel crucial en la planificación de proyectos de densificación y reubicación de vivienda, dado que, al combinar el análisis espacial con información geoespacial precisa, los SIG ofrecen la capacidad de evaluar de manera integral características geológicas, topográficas, aspectos socioeconómicos, criterios urbanísticos y de habitabilidad, que son esenciales para garantizar una vida sostenible. Esto facilita la toma de decisiones informadas y la creación de entornos urbanos resilientes, equitativos y sostenibles.

El objetivo principal de este estudio es proporcionar a las entidades gubernamentales y de control de Riesgo, una herramienta robusta basada en Sistemas de Información Geográfica (SIG) que les permita planificar estrategias efectivas de gestión del riesgo y reubicación de comunidades en zonas que cumplan con todos los criterios de habitabilidad establecidos internacionalmente con el fin de fortalecer la resiliencia urbana de Cali. Además, contribuirá al desarrollo de una ciudad inteligente, compacta y resiliente, preparada para afrontar los retos actuales y futuros en materia de gestión del riesgo y planificación urbana.

2. METODOLOGÍA, MATERIALES Y MÉTODOS.

Para el desarrollo del presente estudio en su etapa metodológica, se implementaron tres fases: 1) identificación de los predios zonas en riesgo por remoción en masa e inundación en Santiago de Cali, 2) depuración de datos mediante la aplicación de criterios (ambientales, normativos, socioculturales, urbanísticos y de proximidad) en Santiago de Cali y; 3) análisis de predios resultantes y criterios normativos para la modelación de los proyectos de vivienda. Estas fases secuenciales permiten definir con precisión las zonas o sectores de Cali que presentan condiciones urbanísticas óptimas para la reubicación de población en riesgo. Además, pretende que los resultados y recomendaciones derivados, orienten las acciones prioritarias para la implementación de proyectos de alto impacto en áreas de redensificación urbana y aquellas que ofrecen las mejores oportunidades para la generación de vivienda en el suelo urbano del Distrito de Santiago de Cali. El proceso metodológico y las variables usadas se detallan a continuación:

Figura 1. Esquema metodológico, fases de desarrollo y variables de Estudio



2.1. Zona de estudio.

La zona de estudio corresponde a la ciudad de Cali, ubicada en el Valle del Cauca, Colombia, y enmarcada por la Cordillera Occidental y la Cordillera Central de los Andes. La ciudad está atravesada por el río Cali y se encuentra rodeada al oeste por el cerro de las Tres Cruces y el cerro de Cristo Rey. Cali se caracteriza por una topografía que combina áreas planas con colinas empinadas.

La geomorfología diversa de Cali influye en su desarrollo urbano y en los riesgos naturales asociados. La ciudad se asienta sobre una llanura aluvial, predominantemente plana en el sector central, favorable para la expansión urbana y agrícola. Sin embargo, hacia el oeste, la Cordillera Occidental introduce terrenos montañosos y colinas, más susceptibles a deslizamientos de tierra, especialmente en épocas de lluvias.

El río Cauca, importante afluente del valle, bordea la ciudad al este, influenciando en la formación de su planicie inundable. Las zonas bajas y márgenes del río son propensas a inundaciones, representando un riesgo para las comunidades asentadas allí. La combinación de suelos aluviales en las zonas bajas y coluviales en las áreas montañosas genera un escenario geológico complejo, demandando una planificación cuidadosa para mitigar los riesgos geotécnicos y climáticos.

2.2. Materiales

Para efectuar el estudio se toma como insumos: la base de datos geográfica catastral con corte a enero de 2024, la base de datos geográfica del Plan de Ordenamiento Territorial - POT año 2014 e imágenes satelitales del año 2023 de Google Earth. Dicha información se encuentra asociada al sistema de coordenadas cartesianas MAGNA-SIRGAS origen Cali.

2.3. Métodos

2.3.1. Fase 1. Determinación de predios en zona de riesgo por remoción en masa e inundación en Santiago de Cali.

Para identificar los predios en zona de riesgo por remoción en masa e inundación en Cali, se realiza una superposición de la capa de terrenos de la base de datos geográfica catastral del 2024, con las capas de amenaza y riesgo no mitigable por deslizamiento; y la capa de amenaza no mitigable por inundación pluvial y fluvial. La intersección de estas capas permite extraer los predios que se encuentran dentro de estas categorías de riesgo y amenaza.

2.3.2. Fase 2. Aplicación de criterios normativos ambientales, socioculturales y urbanísticos para el desarrollo de cartografía de las zonas óptimas para la redensificación urbana en Cali.

Para llevar a cabo esta fase, se utilizó la capa de predios de la zona urbana de Cali, obtenida de la base de datos geográfica catastral de 2024, que comprende un total de 335,864 predios. A través de esta capa, se realizó una superposición de la capa de terrenos con la de construcciones, con el fin de depurar aquellos predios que actualmente cuenten con edificaciones y así identificar los predios no construidos o edificados que son potenciales para el desarrollo de proyectos de vivienda.

Posteriormente, se realizó un análisis visual comparativo entre los predios no construidos obtenidos anteriormente y las imágenes satelitales de Google Earth correspondientes al año 2023, con el propósito de refinar el proceso de depuración de predios con construcciones. Este proceso de filtrado resultó en un total de 948 predios no construidos o edificados, considerados para la siguiente etapa de depuración, en la cual se evalúan tres grupos de criterios: ambientales, urbanísticos-normativos y socioculturales. Estos criterios se detallan a continuación:

2.3.2.1. Criterios Ambientales.

Este ítem se centra en tres aspectos fundamentales: riesgo y amenaza por remoción en masa y amenaza por inundación, pendientes abruptas, y zonas de protección forestal. Cada uno de estos criterios se aborda mediante la aplicación de herramientas avanzadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el objetivo de identificar y depurar predios ubicados en áreas de riesgo ecológico. A continuación, se detallan los procesos específicos llevados a cabo en relación con estos criterios.

Tabla 1. Criterios ambientales

Criterio

Riesgo por remoción en masa y amenaza por inundación (pluvial y fluvial): Se realiza la depuración de predios mediante la intersección de las capas de Riesgo y amenaza por remoción en masa y amenaza por inundación.

Pendientes abruptas: Se realiza la depuración de predios mediante la intersección de la capa de pendientes mayores al 35%.

Zonas de protección forestal: Se realiza la depuración de predios mediante la intersección de las capas de protección ambiental: Reservas forestales nacionales protectoras, reservas municipales de uso sostenible, parque nacional natural los farallones de Cali, entre otros.

2.3.2.2 Criterios urbanísticos normativos.

Este documento se centra en tres criterios clave: áreas de actividad, sistema de equipamientos y espacio público, establecidos conforme a la normativa urbana vigente del POT, 2014. A continuación, se detallan los procesos específicos llevados a cabo en relación con estos criterios.

Tabla 2. Criterios urbanísticos normativos.

Criterio
Áreas de actividad: Se realiza la depuración de predios mediante la intersección de capas de áreas de actividad: residencial, mixta, comercial e industrial
Sistema de equipamientos: Se realiza la depuración de predios mediante la intersección de la capa de los sistemas de equipamientos: Cultura, educación, salud, recreación, culto, entre otros.
Espacio Público: Se realiza la depuración de predios mediante la intersección de la capa de espacio público efectivo, la cual comprende: zonas verdes, parques, corredores ambientales, cinturones ecológicos, entre otros.

2.3.2.3 Criterios sociales y culturales.

Este análisis se enfoca en la estratificación socioeconómica como un criterio fundamental para evaluar la adecuación y sostenibilidad de los proyectos urbanos. Esta depuración es esencial para comprender la distribución socioeconómica y su impacto en la planificación urbana. A continuación, se detalla el proceso realizado en relación a este criterio.

Tabla 3. Criterios sociales y culturales

Criterio
Estrato socioeconómico: Se realiza la depuración de predios mediante la intersección de capas de estratificación socioeconómica, excluyendo aquellos predios que se encuentran localizados en lado de manzana en estratos 4, 5 y 6.

2.3.2.4 Criterios urbanísticos y de proximidad.

Este estudio se centra en tres criterios esenciales: cercanía a equipamientos con permanencia de uso, proximidad a estaciones del sistema de transporte MIO e índice de construcción base. Estos criterios permiten identificar los predios más adecuados para el desarrollo urbano, garantizando accesibilidad y eficiencia en el uso del espacio. A continuación, se detalla el proceso realizado en relación a este criterio.

Tabla 4. Criterios urbanísticos y de proximidad.

Criterio
Predios ubicados a 500 m de equipamientos con permanencia de uso. Se realiza la depuración de predios mediante la intersección con el buffer de 500 m a equipamientos con permanencia de uso, excluyendo aquellos que se localicen fuera del buffer de estudio.
Predios ubicados a 500 m de troncales del MIO: Se realiza la depuración de predios mediante la intersección con el buffer de 500 m e troncales del MIO, excluyendo aquellos que se localicen fuera del buffer de estudio.
Predios con índices de construcción iguales o menores a 1. se aplica el criterio de índice de construcción para delimitar los predios y sectores urbanos de oportunidad. Se depuraron aquellos predios con índices de construcción iguales o menores a 1.

Fase 3. Modelación urbanística en predios potenciales para el desarrollo de soluciones habitacionales.

Una vez identificados los predios potenciales para redensificación, se realiza un análisis detallado que incluye el estudio de dos parámetros. Los parámetros catastrales, como el número predial, área, barrio, dirección y comuna, obtenidos del Geoportal catastral; y los parámetros normativos, como las áreas de actividad, tratamientos urbanísticos e índices de

edificabilidad (construcción base y adicional), basados en la Norma del POT de 2014.

Además, se analiza el valor catastral y comercial de los predios. El valor catastral se obtiene del Sistema de Información Geográfico Catastral (SigCat) y el valor comercial se calcula aplicando un factor de ajuste sobre el valor catastral. Este factor puede variar según la normativa local o regional y las condiciones del mercado inmobiliario, se ha establecido en 1.5 para este caso específico.

También se determina el índice de ocupación, calculado conforme a la normativa del artículo 352 del ámbito de Aplicación del Índice de Ocupación. Este artículo establece que, para el cálculo del índice de ocupación en el primer piso, se deben utilizar tablas específicas (Tabla 5), de acuerdo con la localización en el territorio y los componentes estratégicos de la Estructura Socioeconómica.

Tabla 5. áreas residenciales predominantes

Proyectos por usos	Residencial		Comercio y servicios	Mixtos
	Unifamiliares	Multifamiliares		
Tamaño de predios (m2)				
Hasta 80	0,8			
81-250	0,7	0,7	0,7	0,5
521-600	0,6	0,65	0,5	0,6
601-1000	N. A	0,65	N. A	0,5
1001-3000	N. A	0,6	N. A	0,4
3001-5000	N. A	0,5	N. A	N. A
5001-10000	N. A	0,35	N. A	N. A
10001-20000	N. A	0,35	N. A	N. A
más de 20000	N. A	0,24	N. A	N. A

Fuente: Adaptado de (POT, 2014)

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Predios en zona de riesgo por remoción en masa e inundación en Santiago de Cali.

En el Mapa 1. se muestran los predios ubicados en zonas de riesgo y amenaza por deslizamientos e inundaciones pluviales y fluviales. El cruce de información de la base catastral con los polígonos de riesgo y amenaza reveló que 2.498 predios se encuentran en zonas de amenaza muy alta y riesgo alto no mitigable por deslizamiento, lo que, según datos del DANE (2018) sobre el promedio de personas por hogar (3%), corresponde aproximadamente a 832 hogares afectados. Por otro lado, los terrenos en zonas de amenaza no mitigable por inundación pluvial y fluvial ascienden a 321 predios, afectando en promedio a 77 hogares. Estos resultados enfatizan la imperiosa necesidad de abordar estas problemáticas mediante políticas de planificación urbana y gestión de riesgos.

Asimismo, la Figura 3 muestra que las comunas de Cali que presentan predios en riesgo por deslizamientos son las comunas 6, 7, 13 y 21. La comuna 7 es la que tiene la mayor cantidad de predios afectados, con un 85% del total, seguida por la comuna 13 con un 9%, la comuna 6 con un 5% y la comuna 21 con un 1%.

Por otro lado, la Figura 2 revela que las comunas de Cali con riesgo de inundación son las comunas 1, 2, 18, 19 y 20. La comuna 20 presenta el mayor número de predios en riesgo, con un 67% del total, seguida por las comunas 18 y 2 con un 15%, la comuna 1 con un 3% y la comuna 19 con un 0.5%.

Estudios previos han resaltado la importancia de la gestión de riesgos en áreas urbanas vulnerables. Según Parker et al.

(2020), la planificación urbana que incorpora la identificación y gestión de áreas de alto riesgo puede reducir significativamente el impacto de desastres naturales en comunidades vulnerables, destacando que una evaluación precisa y proactiva de los riesgos es crucial para mitigar los efectos de los desastres.

Por otro lado, Smith y Ward (2018), sugieren que las estrategias de mitigación, como la creación de infraestructuras de drenaje y la restauración de zonas húmedas, son efectivas para reducir la vulnerabilidad en áreas propensas a inundaciones. La identificación de 321 predios en zonas de amenaza no mitigable por inundación en nuestro estudio concuerda con los autores, quienes argumentan que, en algunos casos, la reubicación de las poblaciones afectadas puede ser la única solución viable.

La alta cantidad de predios en zonas de deslizamiento y las correspondientes 832 familias afectadas indican la necesidad de medidas urgentes de mitigación. Esto podría incluir la implementación de barreras de contención, la estabilización de laderas y la mejora de sistemas de drenaje, tal como se sugiere en los estudios de geotécnica aplicada (Huang et al., 2019). Además, es fundamental establecer sistemas de alerta temprana y programas de capacitación comunitaria para la gestión de emergencias, tal como recomienda la Organización Internacional para las Migraciones (2019).

En cuanto a las áreas afectadas por inundaciones no mitigables, se requiere un enfoque más drástico, como la reubicación de residentes y la prohibición de nuevas construcciones en estas zonas. La reubicación debe ser manejada con sensibilidad, asegurando apoyo económico y social para las familias desplazadas, conforme a las recomendaciones de la Comisión Europea (2017) en su directiva sobre gestión de riesgos de inundación.

Mapa 1. Predios en riesgo por deslizamientos e inundación

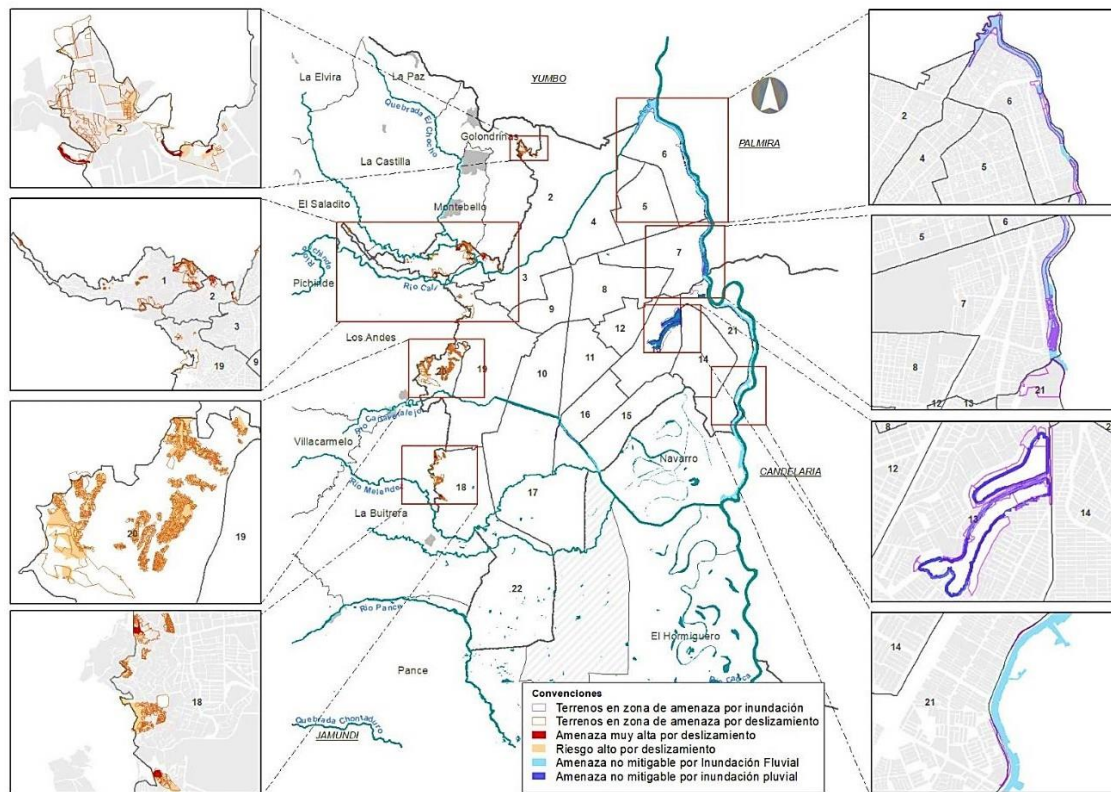


Figura 2. Predios en riesgo por inundación por comuna

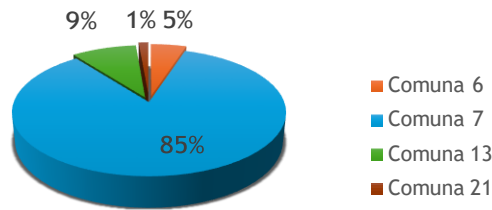
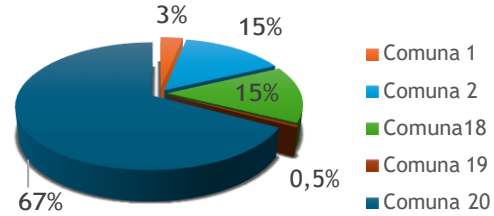


Figura 3. Predios en riesgo por deslizamiento por comuna



3.2 Criterios normativos, ambientales, socioculturales y urbanísticos; y zonas óptimas para la redensificación urbana en Cali.

3.2.1 Criterios Ambientales.

En el mapa 2. Se muestra los predios no construidos o edificados, que se encuentran asentados en zonas de riesgo y amenaza por deslizamientos e inundaciones pluviales y fluviales. Al aplicar este criterio de exclusión, se identificaron 31 predios que no son adecuados para la formulación de proyectos de vivienda.

La exclusión de predios con alto riesgo de remoción en masa es una medida crítica para la seguridad y sostenibilidad de los proyectos de vivienda, ya que los deslizamientos de tierra representan una amenaza significativa para las estructuras y la vida humana, y la construcción en áreas de alto riesgo puede llevar a pérdidas catastróficas (Huang et al., 2021). Este criterio coincide con las recomendaciones de la Organización Internacional para las Migraciones (OIM, 2019), que aboga por evitar el desarrollo en zonas de riesgo geológico alto para minimizar posibles tragedias y los costos asociados a la reconstrucción y reasentamiento.

Asimismo, la alta cantidad de predios excluidos por amenaza de inundación refleja una vulnerabilidad significativa del área estudiada. Estudios como el de Tan et al. (2019) indican que las áreas propensas a inundaciones deben ser manejadas con extremo cuidado, ya que las inundaciones recurrentes no solo dañan las estructuras, sino también impactan negativamente la calidad de vida de los residentes. Además, Parker et al. (2020) sugieren que, aunque algunas áreas pueden beneficiarse de infraestructuras de mitigación como diques y muros de contención, es fundamental evitar la densificación en estas zonas para reducir el riesgo a largo plazo.

En el mapa 3 de pendientes, se presentan los predios no construidos o edificados, con pendientes mayores a 35% que fueron excluidos debido a las dificultades técnicas para la construcción, la dificultad para la expedición de licencias de construcción y el alto costo que supone la edificación en estos terrenos. Al aplicar este criterio, se identificaron 2 predios que no son adecuados para la formulación de proyectos de vivienda.

La exclusión de predios con pendientes superiores al 35% está respaldada por numerosas investigaciones que destacan los desafíos técnicos y económicos asociados con la construcción en terrenos escarpados. Estudios como el de Li et al. (2019) subrayan que las pendientes pronunciadas aumentan significativamente los costos de construcción debido a la necesidad de técnicas de estabilización del suelo y estructuras de soporte adicionales. Además, Zhang et al. (2020) señalan que estos terrenos presentan mayores riesgos de deslizamientos, lo que complica aún más la obtención de licencias de construcción y eleva los costos de seguros y mantenimiento.

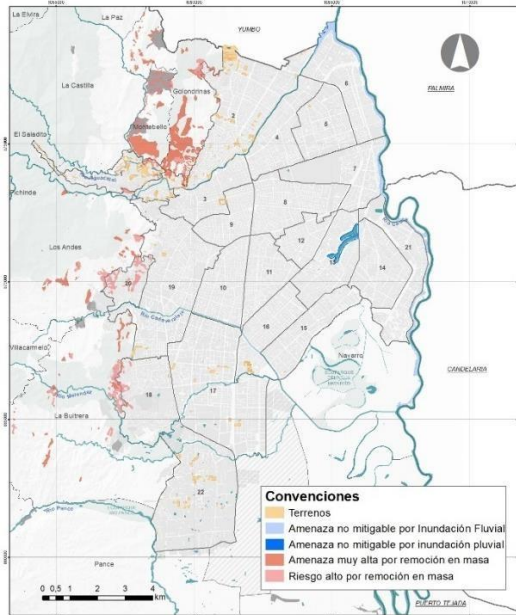
En el mapa 4. Se presentan los predios no construidos o edificados que se encuentran en las zonas de protección ambiental

Identificación de Zonas Óptimas para la Redensificación Urbana mediante Sistemas de Información Geográficos y modelación urbanística de soluciones habitacionales para la Reubicación de Población en Riesgo por Remoción en Masa e Inundación en Santiago de Cali, Colombia., [Especialización en Sistemas de Información geográficos], [(2024)]

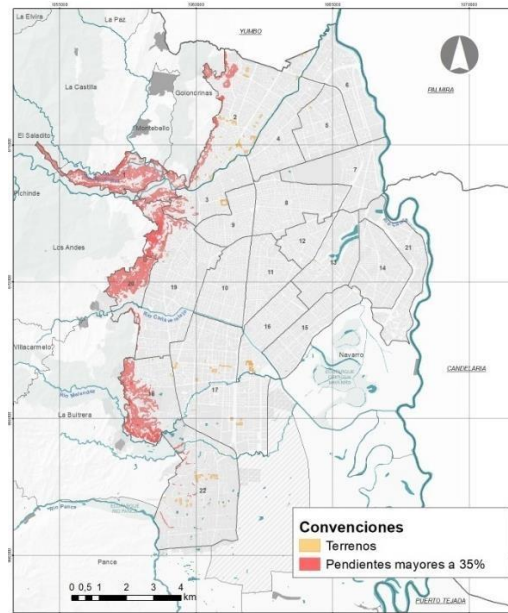
establecidas en el artículo 31 del POT. (corredores ambientales, suelos de protección y cinturones ecológicos) debido a las funciones ambientales críticas que cumplen. Al aplicar este criterio, se identificaron 30 predios no adecuados para proyectos de vivienda.

La protección de las estructuras ecológicas municipales es vital para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos esenciales, como la regulación del clima, la protección de la biodiversidad y la mitigación de inundaciones. Según Smith y Ward (2018), la conservación de estas áreas es fundamental para la sostenibilidad urbana y regional. Además, la preservación de corredores ambientales y suelos de protección está alineada con las directrices de la Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD, 2020), que enfatiza la importancia de integrar la conservación de la biodiversidad en la planificación urbana.

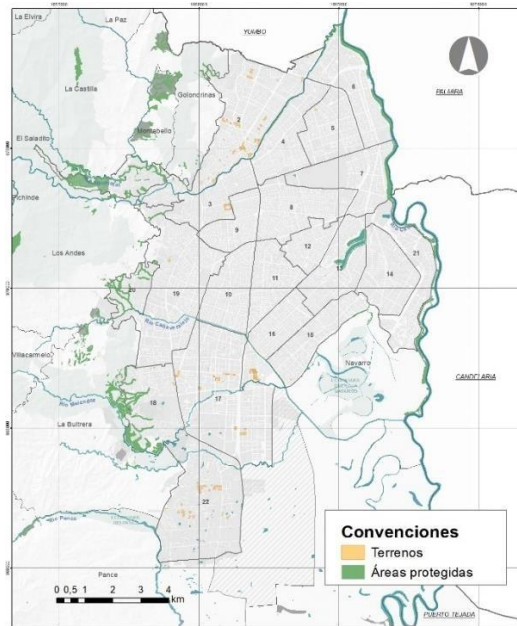
Mapa 2. Mapa de amenaza y riesgo por deslizamiento e inundación



Mapa 3. Mapa de pendientes mayores al 35%



Mapa 4. Áreas protegidas



3.2.2 Criterios urbanísticos normativos

En el mapa 5, se muestran las áreas de actividad, las cuales son zonas del suelo con condiciones socioeconómicas similares y un uso predominante determinado. Con el fin de privilegiar las áreas de actividad con vocación residencial, se excluyeron las áreas de actividad industrial y dotacional. Al aplicar este criterio de exclusión, se identificaron 32 predios que no son adecuados para la formulación de proyectos de vivienda.

La exclusión de áreas de actividad industrial y dotacional para proyectos de vivienda responde a la necesidad de garantizar entornos adecuados para la vida residencial. Según Sánchez y Romero (2020), las áreas industriales suelen estar asociadas con niveles elevados de ruido, contaminación y tráfico pesado, factores que disminuyen la calidad de vida de los residentes. Además, estudios como el de Villanueva et al. (2019) sostienen que la proximidad a áreas dotacionales puede generar un uso intensivo del suelo que no es compatible con las necesidades de una zona residencial, afectando negativamente la infraestructura y los servicios comunitarios.

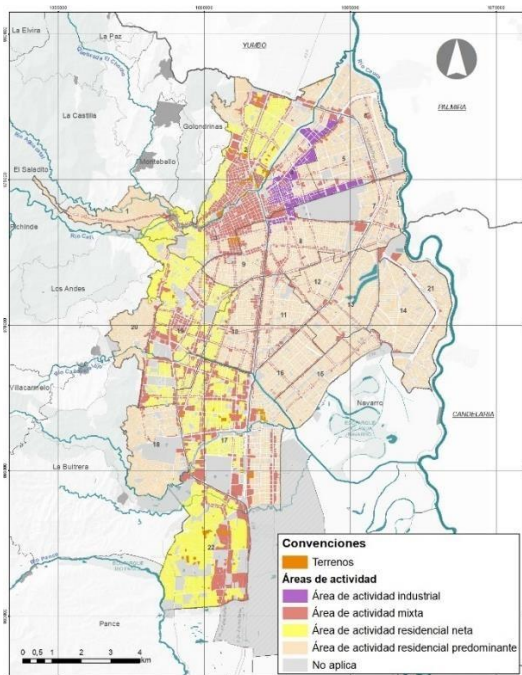
En el mapa 6, se muestra el sistema de equipamientos el cual hace referencia al conjunto de inmuebles en los que se prestan servicios sociales y urbanos. Dada la función de estos inmuebles, se excluyeron de la muestra para este estudio 232 predios que no son adecuados para la formulación de proyectos de vivienda.

La exclusión de predios con equipamientos urbanos es esencial para preservar el uso de estos inmuebles para su propósito original de prestación de servicios sociales y urbanos. Según García et al. (2018), la integridad del sistema de equipamientos es crucial para el funcionamiento eficiente de la ciudad, proporcionando servicios esenciales como educación, salud y recreación. Además, la reconversión de estos predios para uso residencial podría sobrecargar la infraestructura existente y desviar recursos necesarios para mantener los servicios urbanos (Muñoz y Pérez, 2021)

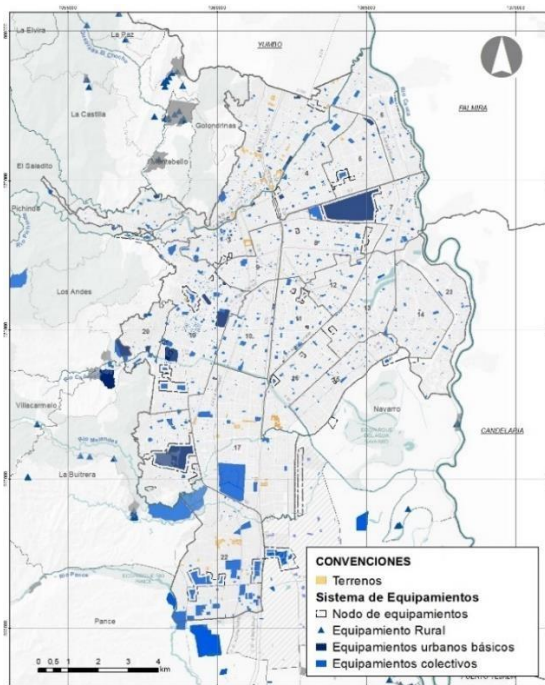
En el mapa 7, se presenta el espacio público efectivo, el cual es esencial para la articulación de áreas urbanas y su entorno, ya que proporciona espacios para la representación y el encuentro ciudadano. Por su naturaleza estos predios no son aptos para los objetivos de este estudio, se excluyeron 36 predios que no son adecuados para la formulación de proyectos de vivienda.

La preservación del espacio público efectivo es fundamental para mantener la calidad de vida urbana y la cohesión social. Estudios como el de Jacobs (2016) destacan que el espacio público contribuye significativamente a la vitalidad urbana, fomentando la interacción social y la cohesión comunitaria. Además, Carr et al. (2019) argumentan que los espacios públicos bien diseñados y mantenidos son cruciales para la salud mental y física de los residentes, proporcionando áreas de esparcimiento y recreación que mejoran el bienestar general. Por lo tanto, la exclusión de estos espacios para proyectos de vivienda es coherente con la necesidad de preservar su función y contribución a la vida urbana.

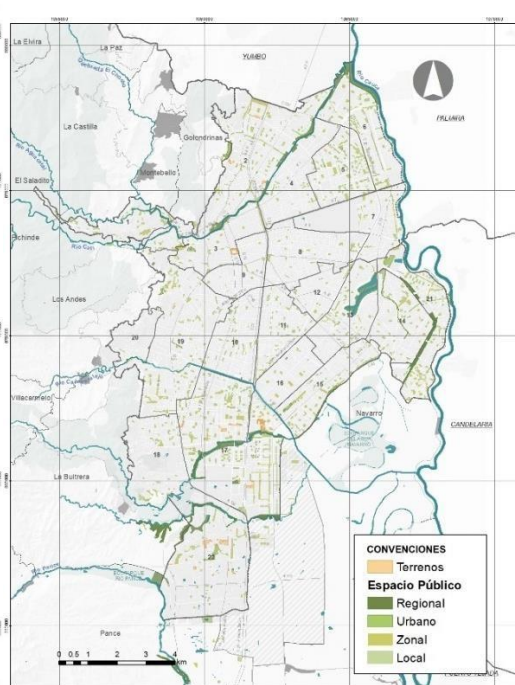
Mapa 5. Mapa de áreas de actividad



Mapa 6. Mapa de equipamientos



Mapa 7. Mapa de espacio público



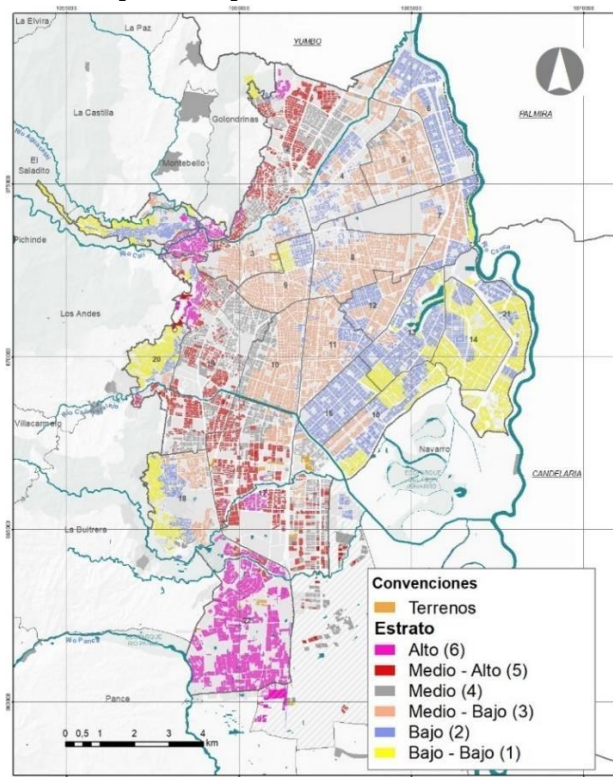
3.2.3 Criterios Socioculturales.

El mapa 8, muestra la estratificación socioeconómica, en el cual se excluyeron aquellos predios ubicados en estratos 4, 5 y 6, dado que, por su localización y altos valores de suelo dificultarían el poder adquisitivo de los habitantes. Como resultado, se identificaron 45 predios que no son adecuados para el desarrollo del estudio.

La selección de predios en estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 responde a la necesidad de equilibrar la accesibilidad económica y la viabilidad de proyectos de desarrollo urbano. Ramírez et al., 2020, destaca que la estratificación socioeconómica es un determinante clave del valor del suelo y de la consolidación urbana. Además, la selección de estos estratos evita los extremos de muy baja renta, donde la falta de infraestructura y servicios podría dificultar el desarrollo sostenible, y de muy alta renta, donde los altos costos del suelo pueden excluir a la población objetivo del estudio (Fernández y Ortega, 2018).

Por otro lado, Martínez et al. (2019), asegura que la asociatividad predial en zonas de estratos 1, 2 y 3 permite la creación de comunidades más cohesivas y sostenibles, donde los habitantes tienen mayor capacidad para colaborar en proyectos de mejora urbana y social. Además, Jiménez y Hernández (2021) señalan que los proyectos de vivienda en estos estratos pueden impulsar el desarrollo local, mejorar la calidad de vida y reducir las desigualdades urbanas. Esta estrategia también se alinea con las políticas de inclusión social y urbana que promueven un desarrollo equitativo y accesible para todos los sectores de la sociedad (UN-Habitat, 2020).

Mapa 8. Mapa de estrato socioeconómico



3.2.4 Criterios urbanísticos y de proximidad.

En el mapa 9, se presenta el área de influencia (500 m) a equipamientos con permanencia de uso, mediante este criterio se excluyeron 19.638 predios ubicados por fuera del área de influencia requerida para el estudio.

La priorización de predios cercanos a equipamientos con permanencia de uso subraya la importancia de la accesibilidad a servicios esenciales para mejorar la calidad de vida urbana. Según Dempsey et al. (2018), la proximidad a equipamientos educativos, de salud y recreativos es un factor clave en la percepción de bienestar y cohesión social en las comunidades urbanas. Además, estudios como el de Talen (2020) indican que la accesibilidad a estos servicios puede influir significativamente en la estabilidad del vecindario y la satisfacción residencial. La inclusión de estos predios en el desarrollo del proyecto de vivienda es coherente con las mejores prácticas urbanísticas que buscan integrar servicios esenciales dentro

de un radio accesible, promoviendo así una ciudad más equilibrada y funcional.

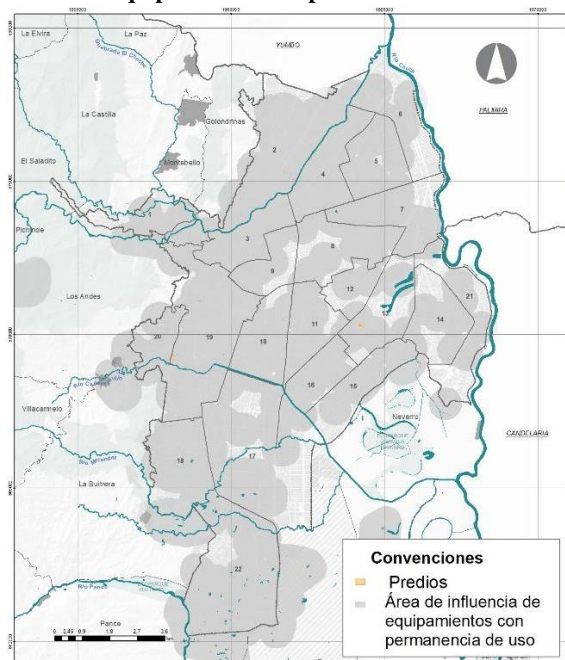
En el mapa 10, se muestra el área de influencia (500 m) a Troncales del Sistema Integrado de Transporte Masivo (MIO), las cuales son fundamentales para la accesibilidad al transporte público. Como resultado, se excluyeron 188 predios que se encontraban fuera del área de influencia y por tanto no son adecuados para el desarrollo del proyecto.

La proximidad a estaciones de transporte público es crucial para la movilidad urbana y la reducción de la dependencia del transporte privado. Según Cervero y Murakami (2017), el acceso eficiente al transporte público mejora significativamente la conectividad urbana y puede reducir los tiempos de desplazamiento y la contaminación ambiental. La priorización de predios cerca de estaciones del MIO está alineada con las políticas de desarrollo orientado al tránsito (TOD), que promueven la densificación y el uso mixto del suelo en áreas bien conectadas por transporte público (Bertolini, 2019). Este enfoque también favorece la inclusión social al proporcionar a las comunidades de bajos ingresos acceso asequible al transporte, mejorando su capacidad para acceder a oportunidades laborales y servicios urbanos.

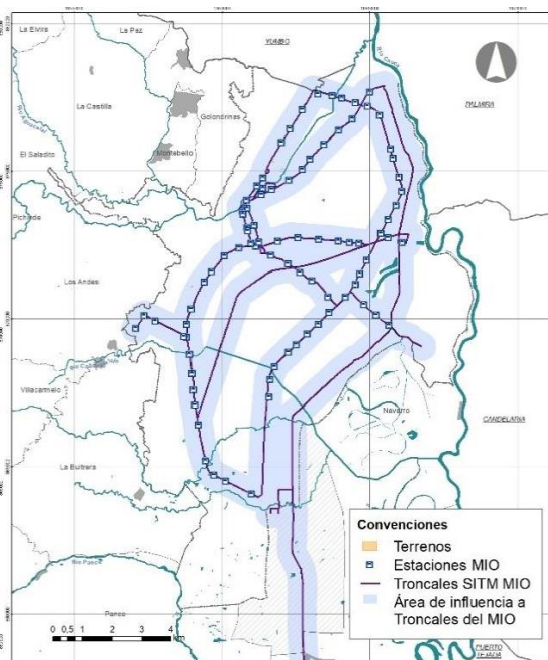
En el mapa 11, se presenta el índice base de construcción, en cual se incluye los predios localizados en zonas con índices de construcción altos, puesto que es crucial en proyectos de redensificación para promover un desarrollo urbano más sostenible, eficiente y equitativo. Al aplicar este criterio, se excluyeron 202 predios con índices de construcción iguales o menores a 1, que no son adecuados para la formulación de proyectos de vivienda.

La redensificación de áreas con altos índices de construcción puede maximizar el uso de infraestructuras existentes, reduciendo costos y evitando la necesidad de expansión urbana que lleva a la pérdida de tierras agrícolas y espacios naturales. Según Dempsey et al. (2012), las ciudades que optan por la densificación pueden mejorar significativamente su sostenibilidad ambiental al reducir la huella de carbono y el consumo de energía.

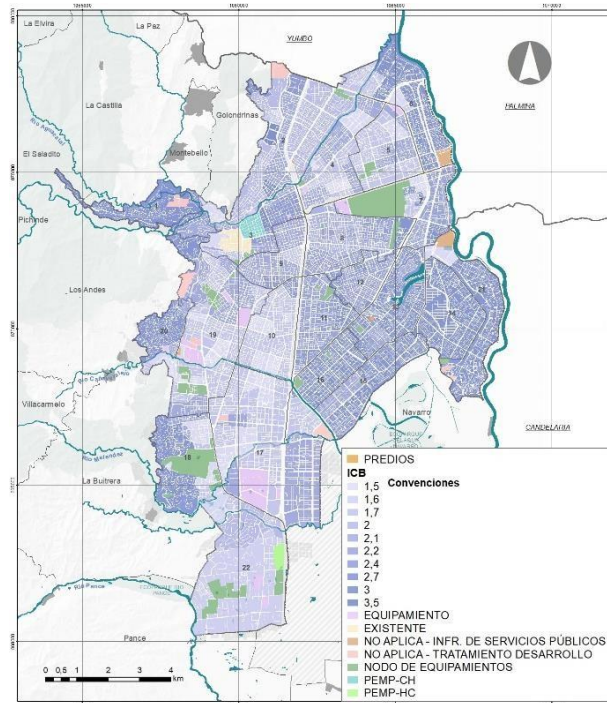
Mapa 9. Mapa de área de influencia a equipamientos con permanencia de uso



Mapa 10. Mapa de área de influencia a estaciones del MIO



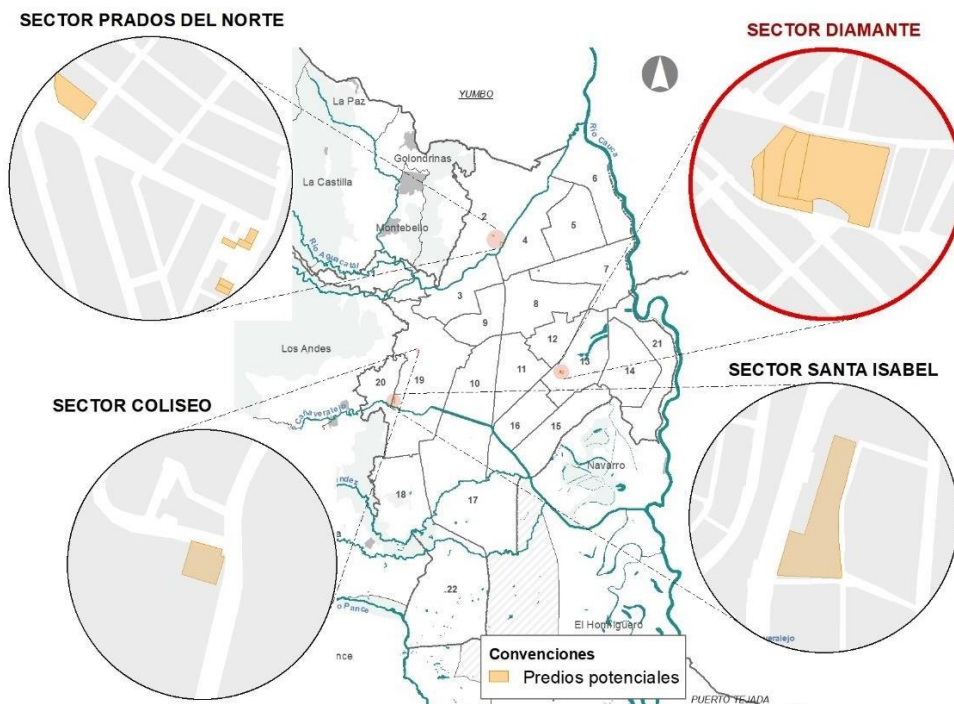
Mapa 11. Mapa de índice de construcción base



3.2.5. Zonas óptimas para la redensificación urbana en Cali.

En el Mapa 12 se presenta el resultado del proceso de depuración de datos, en el que se identificaron 11 predios potenciales para redensificación, distribuidos en 4 sectores, Prados del Norte, Coliseo, Santa Isabel y el Diamante, ubicados en las comunas 2, 19 y 13, respectivamente, con una concentración significativa en la comuna 2. En este sentido, Ruiz y Sánchez (2020) resaltan la importancia de dirigir los esfuerzos de redensificación hacia áreas con una infraestructura y servicios bien desarrollados para maximizar el impacto positivo en la comunidad.

Mapa 12. Mapa de predios potenciales para redensificación.



3.3. Modelación urbanística en predios potenciales para el desarrollo de soluciones habitacionales.

En la Tabla 6, se presentan los datos catastrales de los predios potenciales, los cuales ofrecen una visión detallada de aspectos como la identificación del predio, sus características físicas y la información geográfica relevante. Estos datos son esenciales para diversos propósitos, incluyendo la gestión territorial, la planificación urbana, la administración tributaria y el desarrollo de políticas públicas. Como señalan Duran et al. (2019), esta información desempeña un papel fundamental en la administración tributaria y en la formulación de políticas públicas eficaces, al proporcionar una comprensión completa del contexto físico y legal de los terrenos.

Tabla 6. Datos catastrales de los predios potenciales para redensificación

CATASTRAL											
ID	IDMANZANA	NPN	NUMEPRED	IDPREDIO	AREA	ID_BARR	BARRIO	DIRECCIÓN	COMUNA	ESTRATO	
1	13990004	76001010000139900040222		1016728	2429	99	Diamante	KR 28 F # 40 - 91	13	2	Bajo
2	13990004	76001010000139900040228		1016734	6085	99	Diamante	KR 28 F # 40 - 91	13	2	Bajo
3	13990004	76001010000139900040227		1016733	1698	99	Diamante	KR 28 F # 40 - 91	13	2	Bajo
4	13990004	76001010000139900040221		1016727	607	99	Diamante	KR 28 F # 40 - 91	13	2	Bajo
5	19850001	76001010000198500010566	G041905660001	960552	10943	85	Santa isabel	CL 12 4-63 201 O	19	4	Medio
6	2110071	76001010000021100710031	J064200310000	496927	275	11	Prados del Norte	AV 2 # 31 NORTE - 73	2	3	Medio-bajo
7	2110071	76001010000021100710019	J064200190000	496670	253	11	Prados del Norte	A 2 A N # 31 - 142	2	3	Medio-bajo
8	2110071	76001010000021100710032	J064200320000	496928	275	11	Prados del Norte	AV 2 A NORTE # 31 NORTE - 65	2	3	Medio-bajo
9	2110071	76001010000021100710041	J064200410000	3766	275	11	Prados del Norte	A 2 A N # 31 - 109	2	9	No residencial
10	2110071	76001010000021100710024	J064200240000	496920	375	11	Prados del Norte	CL 32 NORTE # 2 A NORTE - 07	2	9	No residencial
11	2110059	76001010000021100590001	J087100010000	505970	3627	11	Prados del Norte	A 3 N # 35 N - 90	2	9	No residencial
12	19080005	76001010000190800050002		169205	880	08	Coliseo	CL 4B # CL 3A	19		

En la Tabla 7 se muestran las áreas de actividad a las que pertenecen los predios potenciales para redensificación. Esta clasificación abarca tanto el tipo de actividad como su vocación, proporcionando una visión clara de las características predominantes en los predios seleccionados. Al analizar los datos, se observa que las áreas de actividad se dividen principalmente en dos categorías: residencial predominante y mixta. Esta clasificación resulta fundamental para orientar las estrategias de desarrollo urbano. Castells y Hall (2018), enfatizan la importancia de adaptar las intervenciones urbanas a las particularidades específicas de cada área.

Tabla 7. Áreas de actividad de predios potenciales para redensificación

ÁREAS DE ACTIVIDAD			
ID	ÁREA DE ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	VOCACION
1	Área de actividad residencial predominante	Área residencial predominante	Área de actividad residencial predominante
2	Área de actividad residencial predominante	Área residencial predominante	Área de actividad residencial predominante
3	Área de actividad residencial predominante	Área residencial predominante	Área de actividad residencial predominante
4	Área de actividad residencial predominante	Área residencial predominante	Área de actividad residencial predominante
5	Área de actividad mixta	centralidades	usos asociados a equipamientos
6	Área de actividad mixta	centralidades	usos de servicio al automóvil
7	Área de actividad mixta	centralidades	usos de servicio al automóvil
8	Área de actividad mixta	centralidades	usos de servicio al automóvil
9	Área de actividad mixta	centralidades	usos de servicio al automóvil
10	Área de actividad mixta	centralidades	usos de servicio al automóvil
11	Área de actividad mixta	corredores urbanos	usos comerciales y de servicios 2

La Tabla 8 clasifica los predios potenciales para redensificación según tratamientos urbanísticos cruciales para definir intervenciones y estrategias de desarrollo urbano. Los tratamientos identificados incluyen consolidación 2 - consolidación básica, destinado a mejoras leves en infraestructuras y servicios existentes; renovación urbana 3, para áreas que requieren intervenciones intensivas como demolición y reconstrucción; y consolidación 3 - consolidación moderada, que involucra renovación significativa de edificios y mejoras en espacios públicos para mejorar la habitabilidad y funcionalidad urbana. Según Hernández y Gómez (2021), este enfoque diferenciado asegura intervenciones adecuadas según las necesidades y potencialidades de cada zona.

Tabla 8. Tratamientos urbanísticos de predios potenciales para redensificación

TRATAMIENTOS URBANÍSTICOS		
ID	TRATAMIENTO	ID TRATAM
1	consolidación 2 - consolidación básica	C2
2	consolidación 2 - consolidación básica	C2
3	consolidación 2 - consolidación básica	C2
4	consolidación 2 - consolidación básica	C2
5	consolidación 3 - consolidación moderada	C3
6	renovación urbana 3	R3
7	renovación urbana 3	R3
8	renovación urbana 3	R3
9	renovación urbana 3	R3
10	renovación urbana 3	R3
11	consolidación 2 - consolidación básica	C2
12	consolidación 2 - consolidación básica	C2

En la Tabla 9 se detalla la edificabilidad de los predios potenciales para redensificación, destacando variables como el índice de construcción base, índice de construcción adicional e índice de construcción tope, calculado en metros cuadrados según el área de cada predio. Los valores del índice de construcción base oscilan entre 1.5 y 3, mientras que el índice de construcción adicional varía de 1 a 4. La suma de estos índices determina el índice de construcción tope, que varía entre 0 y 6. Este enfoque, promovido por urbanistas como Smith y Williams (2017), facilita la maximización del uso del suelo sin comprometer la calidad de vida de los residentes, asegurando una densificación urbana apropiada.

Tabla 9. Edificabilidad de predios potenciales para redensificación.

EDIFICABILIDAD					
ID	AREA M2	ICB	ICA	ICT2	IC_TOPE m2
1	2429	3	1	4	9716
2	6085	3	1	4	24340
3	1698	3	1	4	6791
4	607	3	1	4	2428
5	10943	1,5	3,3	4,8	52526
6	275	2	4	6	1650
7	253	2	4	6	1518
8	275	2	4	6	1650
9	275	2	4	6	1650
10	375	2	4	6	2250
11	3627	2	2,5	4,5	1237
12	880	2,2	1	3,2	2816

En la tabla 10, se presenta el valor catastral y comercial de los predios potenciales para redensificación, los cuales son esenciales para evaluar la inversión y garantizar una cobertura adecuada en seguros, contribuyendo al desarrollo sostenible

y a la estabilidad económica de los propietarios y la comunidad en general. Como señalan Muñoz y Pérez (2020), estos valores son vitales para planificar financieramente los proyectos y contribuir al desarrollo sostenible.

Tabla 10. Valor catastral y comercial.

VALOR CASTAstral Y COMERCIAL		
ID	Valor Catastral	Valor comercial
1	357.550.503,22	536325754,8
2	895.716.266,84	1343574400
3	249.210.787,14	373816180,7
4	89.350.825,63	134026238,4
5	5.436.336.651,05	8154504977
6	167.703.656,02	251555484
7	122.365.840,06	183548760,1
8	172.299.922,82	258449884,2
9	167.703.656,02	251555484
10	228.686.803,66	343030205,5
11	3.355.923.643,41	5033885465

A partir de la tabla 6, se seleccionaron cuatro predios potenciales para la modelación urbanística localizados en el sector el Diamante (Mapa 12), presentados en la tabla 11. Estos predios fueron escogidos debido a varias características clave: colindancia entre ellos, lo que permite una asociación predial con un área total de 10.819 m²; ubicación privilegiada, con cercanía a equipamientos, servicios de transporte público, zonas de recreación y cultura; localización en un área de actividad de uso residencial; y estrato socioeconómico medio bajo (2). Además, cuentan con un índice de construcción máximo de 4, un área de construcción máxima de 43.275 m², valores catastrales que oscilan entre 89 y 895 millones de pesos y valores comerciales que varían entre 134 y 1.343 millones de pesos. Estas características los convierten en potenciales para el desarrollo de futuros proyectos de vivienda.

Tabla 11. Predios potenciales para modelación urbanística

ID	IDMANZANA	NPN	IDPREDIO	AREA (m2)	AREA TOTAL (m2)
1	13990004	76001010000139900040222	1016728	2429	10.819
2	13990004	76001010000139900040228	1016734	6085	
3	13990004	76001010000139900040227	1016733	1698	
4	13990004	76001010000139900040221	1016727	607	

En la Figura 4. se muestra la modelación urbanística de los cuatro predios potenciales para redensificación mediante la asociación predial. En ella, se presentan los índices de construcción y ocupación junto con sus respectivas áreas. Además, se visualiza la disposición de 12 edificios de cinco pisos, cada uno con cuatro apartamentos por piso, cumpliendo con los parámetros normativos de aislamiento entre torres y con un área de ocupación permitida de 2.650 m², así como un límite de construcción de 30.292 m². Este proyecto de redensificación proporciona 240 soluciones habitacionales, beneficiando a la población que se encuentra ubicada en las zonas de riesgo, identificadas en este estudio.

Según López y Rodríguez (2019), esta modelación ilustra la capacidad de generar soluciones habitacionales efectivas y sostenibles, mejorando la calidad de vida de los residentes y promoviendo un desarrollo urbano equitativo

Figura 4. Modelación de predios potenciales.

PROPUESTA DE MODELACIÓN URBANÍSTICA POR ASOCIACIÓN PREDIAL
BARRIO EL DIAMANTE, COMUNA 13, CALI.

Descripción	Observaciones	Área (m ²)
Vocación	actividad residencial predominante	
Área bruta de lote		10818,68
Área neta urbanizable		10818,68
Área neta urbanizable para cálculo de cesiones POT		10818,68
Cesiones urbanísticas	30%	3245,6
Área útil		7573,08
Índice de ocupación	0.35	2650
Índice de construcción básico	3	22719,24
Índice de construcción adicional	1	7573,08
Índice de construcción tope		30292,32
No de predios englobe	4	
No. pisos vivienda	8	
Torres	12	



4. CONCLUSIONES

Los resultados de la identificación de población en riesgo obtenidos destacan una grave vulnerabilidad en ciertos terrenos a desastres naturales, reafirmando la necesidad de una planificación urbana que integre la gestión de riesgos. Asimismo, se recalca la importancia de medidas de mitigación tanto estructurales como no estructurales, así como la posible reubicación de comunidades en áreas de amenaza no mitigable. La acción coordinada entre las autoridades, urbanistas y la comunidad es esencial para minimizar los riesgos y promover un desarrollo urbano resiliente y sostenible.

La aplicación de criterios ambientales, urbanísticos, sociales y culturales en la identificación y exclusión de predios no adecuados para proyectos de vivienda en Santiago de Cali ha sido esencial para garantizar la seguridad, sostenibilidad y calidad de vida urbana. Los criterios ambientales han abordado riesgos como pendientes pronunciadas e inundaciones, protegiendo servicios ecosistémicos. Los criterios urbanísticos han preservado áreas industriales y equipamientos urbanos, promoviendo entornos adecuados para la vida residencial. Los criterios sociales y culturales han favorecido la integración social en estratos 1, 2 y 3. Además, la selección de predios accesibles a equipamientos y transporte público ha fomentado un desarrollo urbano equilibrado. La exclusión de predios con bajos índices de construcción ha optimizado el uso del suelo y de los recursos, generando beneficios económicos y sociales. Es crucial implementar políticas complementarias para prevenir la gentrificación y asegurar una distribución equitativa de los beneficios de la densificación urbana.

El análisis y selección de predios potenciales para redensificación, basado en criterios normativos y datos catastrales, asegura la viabilidad y sostenibilidad de los proyectos de vivienda. La aplicación de tratamientos urbanísticos diferenciados permite

intervenciones adecuadas según las necesidades específicas de cada área. La modelación urbanística propuesta demuestra que es posible crear soluciones habitacionales efectivas, mejorando la calidad de vida de los residentes y promoviendo un desarrollo urbano equitativo y sostenible. Estos hallazgos respaldan la importancia de una planificación detallada y contextualizada para el éxito de los proyectos de redensificación.

5. RECOMENDACIONES

La modelación urbanística presentada en la Figura 4 para proyectos de redensificación, se establece como una hoja de ruta esencial para ser aplicada a los predios potenciales (vacíos urbanos) presentados en el Mapa 11. Este enfoque no solo brinda más oportunidades de vivienda, sino que también posibilita la reubicación de poblaciones en riesgo hacia sectores seguros que cuentan con el soporte urbano necesario para garantizar una vivienda digna y calidad de vida de los residentes.

Este modelo es también aplicable a diferentes territorios con problemáticas similares, proporcionando una solución viable para la reubicación de comunidades en situaciones de riesgo. Sirve como un referente eficaz para adaptarse a diversos contextos urbanos y asegurar el desarrollo sostenible.

Además, la modelación urbanística se presenta como un valioso instrumento para los entes de control municipales, tales como el Departamento Administrativo de Planeación, Catastro Municipal, la Secretaría de Vivienda Social y Hábitat, y las unidades de gestión de riesgo. Estas entidades pueden utilizar el modelo para tomar decisiones informadas sobre el territorio y aplicar normativas adecuadas para la población afectada, promoviendo un desarrollo urbano más equitativo y seguro.

6. REFERENCIAS

- Bertolini, L. (2019). *Planning the Mobile Metropolis: Transport for People, Places, and the Planet*. Routledge.
- Carr, S., Francis, M., Rivlin, L. G., & Stone, A. M. (2019). *Public Space*. Cambridge University Press.
- Castells, M., & Hall, P. (2018). *Technopoles of the World: The Making of 21st-century Industrial Complexes*. Routledge.
- Cervero, R., & Murakami, J. (2017). Rail and property development in Hong Kong: Experiences and extensions. *Urban Studies*, 46(10), 2019-2043.
- Comisión Europea. (2017). Directiva sobre la gestión de riesgos de inundación. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=celex%3A32007L0060>
- Convención sobre la Diversidad Biológica (CBD). (2020). Directrices para la integración de la biodiversidad en la planificación urbana. <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-93-es.pdf>
- Dempsey, N., Bramley, G., Power, S., & Brown, C. (2012). The social dimension of sustainable development: Defining urban social sustainability. *Sustainable Development*, 19(5), 289-300.
- Dempsey, N., Brown, C., & Bramley, G. (2012). The key to sustainable urban development in UK cities? The influence of density on social sustainability. *Progress in Planning*, 77(3), 89-141.
- Dempsey, N., Brown, C., & Bramley, G. (2018). The key to sustainable urban development: People, places, and policies. *Environment and Urbanization*, 30(2), 403-422.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2018). Promedio de personas por hogar. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/hogares-y-viviendas>
- Fernández, R., & Ortega, J. (2018). Urban consolidation in Latin America: Approaches and policies. *Cities*, 84, 1-10.

- García, R., Ponce, C., & Vega, L. (2018). Equipamientos urbanos: Estrategias para una ciudad sustentable. *Journal of Urban Planning and Development*, 144(3), 04018025.
- Hernández, P., & Gómez, L. (2021). Urban consolidation and renewal: Strategies for sustainable development. *Urban Studies*, 58(4), 773-789.
- Huang, Y., Zhang, L., & Lei, S. (2019). *Geotechnical engineering for disaster mitigation and rehabilitation*. Springer.
- Huang, Y., Zhang, L., & Lei, S. (2021). *Geotechnical engineering for disaster mitigation and rehabilitation*. Springer.
- Jacobs, J. (2016). *The Death and Life of Great American Cities*. Random House.
- Jiménez, M., & Hernández, R. (2021). Community-based urban development: Best practices and lessons learned. *International Journal of Urban and Regional Research*, 45(3), 567-585.
- Li, Y., Wang, J., & Tang, Z. (2019). Geotechnical challenges and solutions in steep slope construction. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 145(6), 04019029.
- López, J., & Rodríguez, A. (2019). Effective urban housing solutions for vulnerable populations. *Journal of Housing and the Built Environment*, 34(2), 379-398.
- Martínez, R., Pérez, A., & López, M. (2019). Urban densification and social sustainability: Impacts and strategies. *Habitat International*, 87, 24-32.
- Muñoz, J., & Pérez, P. (2020). Valuation of urban real estate: Methods and applications. *Urban Studies*, 57(11), 2311-2326.
- Organización Internacional para las Migraciones [OIM]. (2019). *Sistemas de alerta temprana y programas de capacitación comunitaria para la gestión de emergencias*. <https://publications.iom.int/books/sistemas-de-alerta-temprana-y-programas-de-capacitacion-comunitaria-para-la-gestion-de-emergencias>
- Organización Internacional para las Migraciones [OIM]. (2019). *Guidelines for disaster risk reduction and management in urban areas*. https://publications.iom.int/system/files/pdf/guidelines_for_disaster_risk_reduction_and_management_in_urban_areas.pdf
- Parker, D. J., Tapsell, S. M., & McCarthy, S. (2020). Urban planning for risk reduction: An international perspective. *Journal of Risk Research*, 23(7-8), 945-960.
- Ramírez, A., Escobar, F., & Sánchez, C. (2020). Socioeconomic stratification and urban development in Latin America. *Cities*, 105, 102758.
- Ruiz, M., & Sánchez, J. (2020). Urban densification strategies in developing countries: Case studies from Latin America. *Journal of Urban Planning and Development*, 146(1), 04019028.
- Sánchez, J., & Romero, P. (2020). Industrial and residential land use conflicts: Strategies for resolution. *Land Use Policy*, 92, 104479.
- Smith, K., & Ward, R. (2018). *Floods: Physical processes and human impacts*. Wiley-Blackwell.
- Smith, P., & Williams, R. (2017). Maximizing land use through urban densification. *Planning Theory & Practice*, 18(2), 255-272.
- Talen, E. (2020). *Design for social diversity*. Routledge.
- Tan, P., Thakur, M., & Mahmood, A. (2019). Flood management and mitigation strategies: Lessons from the Global South. *Water Resources Management*, 33(8), 2751-2765.
- UN-Habitat. (2020). *The Global State of Urban and Regional Planning: Towards a New Urban Agenda*. <https://unhabitat.org/global-state-of-urban-and-regional-planning>

Identificación de Zonas Óptimas para la Redensificación Urbana mediante Sistemas de Información Geográficos y modelación urbanística de soluciones habitacionales para la Reubicación de Población en Riesgo por Remoción en Masa e Inundación en Santiago de Cali, Colombia., [Especialización en Sistemas de Información geográficos], [(2024)]

Villanueva, L., Castro, R., & Díaz, M. (2019). Impacts of industrial land use on urban residential areas. *Journal of Environmental Planning and Management*, 62(7), 1213-1230.

Zhang, Z., Liu, H., & Chen, X. (2020). Challenges in slope stability and construction in steep terrain. *Geotechnical Engineering Journal*, 31(4), 245-255.