

**REASENTAMIENTO SOSTENIBLE, CONTRAPROPUESTA DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO PARA VIVIENDAS
AFECTADAS POR EL FLUJO TORRENCIAL DE 2017 EN MOCOA, PUTUMAYO**

Eduard Sebastian Alba Reina



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

2024

**Reasentamiento sostenible, contrapropuesta de diseño arquitectónico para viviendas afectadas por el
flujo torrencial de 2017 en Mocoa, Putumayo**

Eduard Sebastian Alba Reina

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Arquitecto

Director(a): Arq, Mg, Dr. Alberto Nope Bernal

Co-director(a): Arq. Adriana Marcela Martínez Molina

Asesor: Manuel Martínez



UNIVERSIDAD
La Gran Colombia

Vigilada MINEDUCACIÓN

Facultad de Arquitectura

Universidad La Gran Colombia

Bogotá

202

Tabla de contenido

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
CAPÍTULO 1: FORMULACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	10
INTRODUCCIÓN	10
TEMA.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	14
JUSTIFICACIÓN	14
CAPÍTULO 2: MARCOS DE REFERENCIA	17
MARCO DE ANTECEDENTES: ESTADO DEL ARTE	17
<i>Proyecto de reasentamiento en Sri Lanka</i>	<i>17</i>
<i>Reasentamiento en áreas de desarrollo en la India.....</i>	<i>17</i>
<i>Plataformas de participación comunitaria en América Latina</i>	<i>18</i>
CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA	18
<i>Desastres naturales en Colombia</i>	<i>19</i>
<i>Zonas de alto riesgo en Colombia.....</i>	<i>19</i>
SOBRE EL REASENTAMIENTO EN COLOMBIA	19
<i>Asentamientos humanos en zonas de riesgo no mitigable.....</i>	<i>20</i>
Definición de superficies de riesgo no mitigables.....	20
Población en zonas de riesgo	20
MARCO DEL REASENTAMIENTO EN COLOMBIA.....	21
<i>Métodos del reasentamiento en Colombia.....</i>	<i>23</i>
<i>Marco referencial de reasentamientos en Colombia.....</i>	<i>23</i>

REASENTAMIENTO SOSTENIBLE, DESASTRE EN MOCOA 2017	4
Reasentamiento en Mocoa.....	24
Reasentamiento en Gramalote	24
Reasentamiento en Armero	24
MARCO CONCEPTUAL.....	25
<i>Interdisciplinariedad</i>	25
<i>Innovación tecnológica</i>	25
<i>Gestión del riesgo de desastres</i>	26
MARCO TEORÍCO	26
<i>Teoría del reasentamiento en contextos de alto riesgo</i>	26
<i>Implementación de BIM en proyectos de construcción</i>	27
MARCO NORMATIVO.....	27
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA	29
PERSPECTIVA TEÓRICA ORIENTADORA.....	29
<i>Enfoque Interdisciplinario y Tecnológico para la Gestión Post-Desastres naturales en Proyectos de Reasentamiento</i>	29
Transdisciplinariedad	29
Innovación tecnológica (BIM).....	29
Gestión de reasentamientos por desastres naturales	30
Aplicación en el Proyecto de Investigación	30
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	30
<i>Selección del caso de estudio</i>	30
<i>Variables de investigación</i>	30
Variables independientes	30
Variables dependientes	31
Variables a lo largo del tiempo	31
PROPUESTA URBANA	31
PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.....	32

CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM	33
OBJETIVO BIM	33
INTRODUCCIÓN, NORMAS ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD	33
<i>Metodología BIM</i>	33
<i>Normas y estándares</i>	33
<i>Resolución 0441</i>	33
<i>Norma serie ISO 19650</i>	34
<i>EIR, Employer Information Requirements</i>	35
<i>BEP, Bim execution plan</i>	36
<i>Roles BIM</i>	36
<i>Usos Bim</i>	37
MODELADO DE LA EDIFICACIÓN	38
<i>Modelado de la estructura</i>	38
MODELADO DE ARQUITECTURA	40
INSTALACIONES MEP	41
COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTOS Y TIEMPOS	43
REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA	44
<i>Exportación a IFC entre otros</i>	44
RENDERIZACIÓN EN TIEMPO REAL	45
FOTOMONTAJE Y RETOQUE FOTOGRÁFICOS 3D	45
FONDOS CLIMÁTICOS. MANEJO DE LUCES, SOMBRAS Y REFLEJOS	46
VISUALIZACIÓN DE MODELOS 3D	47
REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA	48
REFERENCIAS	49

Lista de Figuras

Figura 1 Problemas de ejecución para programas de reasentamiento.....	12
Figura 2 Alternativas de reasentamiento	12
Figura 3 Programas de reasentamiento por Municipios	13
Figura 4 Tipos de riesgo no mitigable.....	20
Figura 5 Porcentaje de suelos en riesgo Colombia.....	21
Figura 6 Propuesta urbana planteada en el proyecto de reasentamiento.....	32
Figura 7 Propuesta arquitectónica planteada en el proyecto de reasentamiento.....	32
Figura 8 Implementación de una contrapropuesta urbana realizada en este proyecto	34
Figura 9 Norma serie ISO 19650	34
Figura 10 Modelado de la estructura 1 con la metodología BIM	38
Figura 11 Modelado de la estructura 2 con la metodología BIM	38
Figura 12 Modelado de la estructura 3 del proyecto en el software Revit. Elaboración propia.....	39
Figura 13 Modelado de la estructura 4 del proyecto en el software Revit	39
Figura 14 Modelado por partes del proyecto.....	41
Figura 15 Modelado arquitectónico por partes del proyecto	41
Figura 16 Modelado de instalaciones MEP 1	42
Figura 17 Modelado de instalaciones MEP 2	43
Figura 18 Análisis de interferencias e inconsistencias.....	44
Figura 19 Interoperabilidad entre software para modelos 3D	44
Figura 20 Exportación desde Revit a formato Datasmit para Twinmotion	45
Figura 21 Interfaz de Twinmotion para retoques fotográficos	46
Figura 22 Ambientación del modelado 3D	47
Figura 23 Salida gráfica de render del proyecto de vivienda	47
Figura 24 Salida gráfica de render del proyecto de vivienda 2.....	48
Figura 25 Interfaz de software Augin.....	48

Lista de Tablas

Tabla 1 EIR del proyecto	35
Tabla 2 BEP Bim Execution Plan	36
Tabla 3 Especificación de los usos BIM.....	37

Resumen

La necesidad urgente de reasentar comunidades en riesgo después de desastres naturales ha impulsado el desarrollo de una metodología para programas de reasentamiento en Colombia, con enfoque en las fases de reubicación. Este proyecto de investigación busca combinar una gestión arquitectónica eficiente con tecnologías avanzadas, específicamente aprovechando el Modelado de Información para la Construcción (BIM, por sus siglas en inglés). Al aplicar metodologías BIM, se pretende gestionar mejor procesos de reasentamiento, ofreciendo una respuesta más eficiente y sostenible a esta problemática urgente. A través de la integración de tecnologías contemporáneas, especialmente BIM, el proyecto tiene como objetivo garantizar una gestión más efectiva y colaborativa de los esfuerzos de reasentamiento en Colombia y otras regiones afectadas por desastres naturales.

Palabras clave: Reasentamiento, desastres naturales, vivienda sostenible, BIM, Mocoa.

Abstract

The urgent need for resettling communities at risk after natural disasters has prompted the development of a methodology for resettlement programs in Colombia, focusing on relocation phases. This research project aims to combine efficient architectural management with advanced technologies, specifically leveraging Building Information Modeling (BIM) tools. By applying BIM methodologies, the project seeks to enhance the management of resettlement processes, providing a more efficient and sustainable response to this pressing issue. Through the integration of contemporary technologies, particularly BIM, the project aims to ensure more effective and collaborative management of resettlement efforts in Colombia and other disaster-affected regions.

Keywords: Resettlement, Natural disasters, Sustainable housing, BIM, Mocoa.

Capítulo 1: formulación de la investigación

Introducción

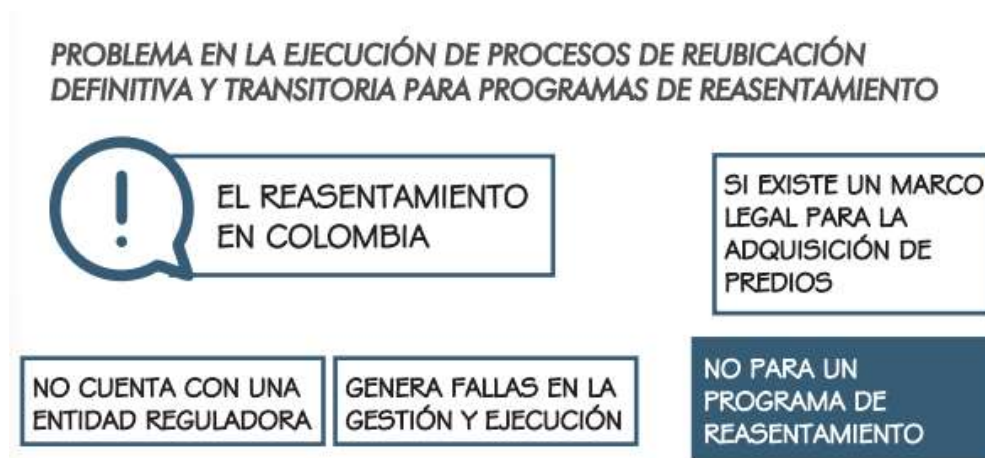
En un mundo caracterizado por cambios climáticos cada vez más notorios y una urbanización creciente, el reasentamiento de comunidades en riesgo se ha convertido en una preocupación urgente en Colombia y muchas otras regiones del mundo, en el trabajo de investigación se plantea un desarrollo del tema acorde a reasentamientos por causas o condiciones de alto riesgo que no es mitigable en Colombia, un país en donde la gestión de los altos riesgos empezó a planificarse desde hace no más de 12 años, por las condiciones geográficas que pasaba el país en el 2012 y en donde los procesos de reasentamiento suelen prolongarse tiempo de más en las fases de ejecución. La necesidad de una respuesta efectiva y sostenible a esta problemática ha llevado a la búsqueda de soluciones innovadoras que combinen la eficiencia en la gestión arquitectónica con la incorporación de tecnologías avanzadas. En este contexto, el proyecto de investigación de manera general desarrollará una propuesta arquitectónica de vivienda que integre un diseño sostenible para el reasentamiento de la comunidad afectada por el flujo torrencial de 2017 en Mocoa, específicamente en la fase de reubicación, dada la relación con el componente arquitectónico.

Tema

La gestión de reasentamientos de comunidades tras un desastre natural, un desafío que ha adquirido una urgencia significativa en Colombia y otras regiones del mundo. Este ámbito aborda problemáticas que surgen en un contexto global del cambio climático que son cada vez más notorios y el crecimiento continuo de la urbanización. La necesidad de abordar este desafío de manera efectiva y sostenible ha llevado a la búsqueda de soluciones innovadoras que combinen la eficiencia en la gestión de los reasentamientos con la incorporación de respuestas tecnológicas avanzadas. En este contexto, el proyecto de investigación pretende aplicar tecnologías contemporáneas en los programas de reasentamiento de comunidades tras un desastre natural, utilizando las herramientas BIM como directrices del proyecto. De esta manera se pretende aplicar las herramientas BIM (Building Information Modeling), con el objetivo de gestionar de una mejor manera los procesos de reasentamiento en Colombia y ofrecer una respuesta más eficiente y sostenible a esta problemática.

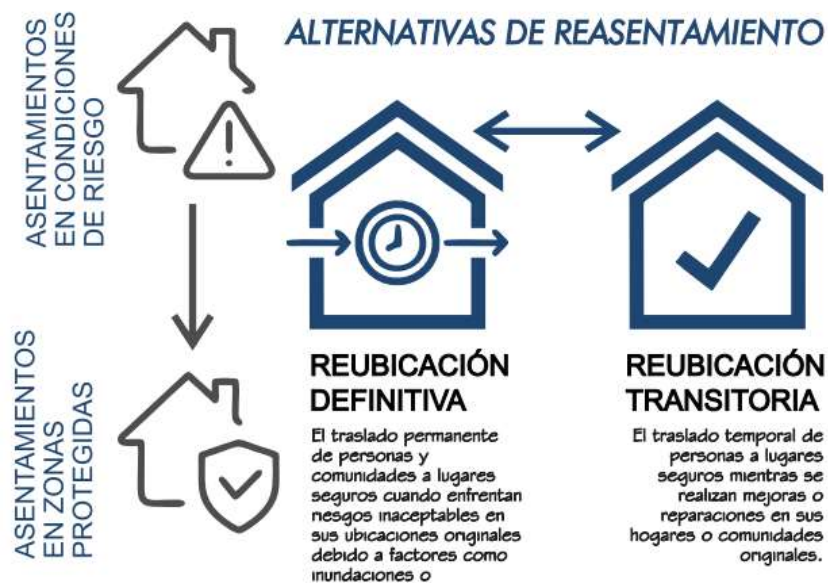
Planteamiento del problema

Colombia, un país con una geografía diversa y variabilidad climática, se enfrenta a la necesidad constante de reubicar a comunidades que residen en superficies de alto riesgo no mitigable debido a desastres naturales y otros factores de riesgo. La reubicación de estas poblaciones es esencial para velar por su integridad. Sin embargo, a pesar de la existencia de un marco legal que enfatiza en cómo adquirir un predio ubicado en una superficie no mitigable de acuerdo al Decreto 330 (2020), carece de directrices y políticas gubernamentales e institucionales claras que regulen de manera eficiente el reasentamiento.

Figura 1*Problemas de ejecución para programas de reasentamiento*

Nota. Esquema conceptual de la problemática del reasentamiento en Colombia Elaboración propia.

El problema de investigación radica en la ausencia de políticas gubernamentales e institucionales que proporcionen directrices claras y específicas para la planificar y ejecutar programas de reasentamiento en Colombia. Aunque el marco legal permite la adquisición de terrenos en superficies de riesgo no mitigable, no hay un enfoque integral para el proceso de reasentamiento.

Figura 2*Alternativas de reasentamiento*

Nota. Esquema de la respuesta gubernamental ante el reasentamiento en Colombia. Elaboración propia

Esta atención de directrices precisas se traduce en retrasos en los programas de reasentamiento, que afectan la seguridad y calidad de vida, así como la eficacia de la mitigación de riesgos.

En el contexto colombiano, la falta de una normativa clara para los programas de reasentamiento es un desafío crítico. Colombia, un país propenso a una variedad de desastres naturales, requiere políticas y directrices que regulen todos los aspectos del reasentamiento, desde la identificación de zonas de riesgo hasta llevar a cabo el programa de vivienda segura y sostenible. La falta de comprensión de estos factores y la falta de una guía interdisciplinaria para abordar el problema han llevado a la ineficiencia en la gestión de los programas de reasentamiento ya una mayor vulnerabilidad de las comunidades afectadas.

Figura 3
Programas de reasentamiento por Municipios



Nota. Adaptado de (Portal de gestión del riesgo) de acuerdo a la siguiente estructura “UNGRD anunció subsidios, atención humanitaria y estudio para reasentamiento luego de emergencia en Quetame, Cundinamarca”. 2023.
<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2023/UNGRD-anuncio-subsidios,-atencion-humanitaria-y-estudio-para->

reasantamiento-luego-de-emergencia-en-Quetame,-Cundinamarca.aspx. (Portal de gestión del riesgo) de acuerdo a la siguiente estructura “Mocoa continua en su proceso de reconstrucción”. (2020).

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Mocoa-continua-en-su-proceso-de-reconstruccion.aspx>. (Caja de vivienda popular) de acuerdo a la siguiente estructura “En 2024 continuamos entregando viviendas nuevas a más hogares reasentados”. (2024). <https://www.cajaviviendapopular.gov.co/?q=Noticias/en-2024-continuamos-entregando-viviendas-nuevas-m%C3%A1s-hogares-reasentados>.

La interdisciplinariedad se presenta como una solución fundamental para abordar este problema de manera integral. La colaboración entre diversas disciplinas, como la arquitectura, la ingeniería, la geología, la sociología y la planificación urbana, es esencial para desarrollar políticas y directrices efectivas que aseguren las poblaciones reasentadas. Además, se requiere una comprensión profunda de la duración de los programas de reasentamiento y de cómo estos programas pueden gestionarse de manera más eficiente.

Este proyecto aborda la problemática y contribuye a la formulación de políticas y directrices que guíen de manera efectiva los programas de reasentamiento en Colombia, promoviendo la seguridad y resiliencia de comunidades afectadas en superficies de riesgo no mitigable.

Pregunta de Investigación

¿De qué manera se puede desarrollar una propuesta arquitectónica de vivienda que integre principios de diseño sostenible para el reasentamiento de la comunidad afectada por el flujo torrencial de 2017 en Mocoa?

Justificación

La importancia de elaborar una metodología para programas de reasentamiento en zonas de riesgo por desastres naturales en Colombia se fundamenta por diversas razones cruciales. De acuerdo al Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA,2024), Colombia es altamente vulnerable a desastres naturales como inundaciones, remoción en masa y flujos torrenciales como se

puede evidenciar en la Figura 4. Lo que hace necesaria la reubicación de comunidades en peligro para garantizar su seguridad. Además, la eficiencia en la ejecución de obras es esencial para minimizar la exposición de las comunidades a estos riesgos y asegurar una reubicación efectiva y oportuna.

El enfoque en Building Information Modeling (BIM) también ofrece ventajas significativas, como el manejo interdisciplinar de la información y las soluciones a un problema, la optimización de recursos al reducir costos y minimizar el desperdicio de materiales, lo que resulta especialmente relevante en situaciones de reasentamiento. Además, la mejora de la calidad de vida de las personas es un objetivo esencial, ya que el diseño de viviendas y comunidades adecuadas en áreas seguras no solo preserva vidas, sino que también promueve un bienestar sostenible a largo plazo.

La conveniencia de este proyecto radica en los desafíos constantes que enfrenta Colombia en relación con el reasentamiento en áreas de alto riesgo no mitigable. La falta de enfoque técnico y la ausencia de metodologías modernas, como BIM, han resultado en retrasos en la ejecución de obras y en condiciones precarias para las comunidades afectadas. Por lo tanto, este proyecto es altamente pertinente y oportuno para abordar estas deficiencias y mejorar el proceso de reasentamiento.

De acuerdo con las Naciones Unidas (ONU, 2015), este proyecto se alinea con varios objetivos de desarrollo sostenible. Contribuye al Primero, fin de la pobreza, al Onceavo, ciudades y comunidades sostenibles, al treceavo, acción por el clima y el noveno, industria, innovación e infraestructura.

Este proyecto adopta un nuevo enfoque al introducir la metodología BIM, que representa una innovación significativa en la arquitectura y la construcción en una metodología de Reasentamiento a nivel Nacional. Al proporcionar información a detalle sobre el diseño, planificación y ejecución de obras, BIM permite una gestión más eficiente de los proyectos de reasentamiento. Además, este enfoque integral, que abarca desde el diagnóstico hasta la planificación, diferencia este proyecto de enfoques anteriores, que a menudo fueron reactivos en lugar de preventivos.

En resumen, una metodología de reasentamiento, en superficies de alto riesgo no mitigable que incluye una herramienta innovadora como lo es el BIM en Colombia es esencial para gestionar mejor estos procesos. Además, este proyecto se alinea con los ODS de las Naciones Unidas y representa un nuevo enfoque integral para abordar las deficiencias actuales de manera efectiva.

Hipótesis

El desarrollo de una propuesta arquitectónica de vivienda que integre un diseño sostenible para el reasentamiento de la comunidad afectada por un flujo torrencial como el ocurrido en Mocoa en 2017, proporcionará alcances proyectuales para demostrar la eficacia de esta contrapropuesta de reasentamiento.

Objetivo General

Desarrollar una propuesta arquitectónica de vivienda que integre un diseño sostenible para el reasentamiento de la comunidad afectada por el flujo torrencial de 2017 en Mocoa.

Objetivos Específicos

- Identificar las deficiencias específicas presentes en la propuesta de vivienda, planteada en el proyecto de reasentamiento efectuado en Mocoa, a causa del desastre ocurrido en 2017.
- Establecer, desde la arquitectura las estrategias pertinentes en el ámbito de sostenibilidad, para proyectar una contrapropuesta urbana y arquitectónica de la vivienda de reasentamiento en la comunidad del caso de estudio.
- Diseñar una propuesta arquitectónica para la comunidad del caso de estudio en Mocoa, basada en criterios sostenibles, considerando un alto grado de cohesión con la comunidad en un proyecto con especificaciones constructivas, aplicando metodología BIM que proporcionará las herramientas proyectuales y funcionales necesarias para la buena coordinación del proyecto arquitectónico.

- Aplicar a la propuesta arquitectónica la metodología BIM junto con las herramientas necesarias para su aplicación

Capítulo 2: marcos de referencia

Marco de antecedentes: Estado del arte

Los programas de reasentamiento han evolucionado en respuesta a la necesidad de gestionar el desplazamiento de poblaciones afectadas por desastres. En los últimos años, tecnológicamente la planificación y ejecución se han aplicado en estos programas. Aquí se destacan algunos ejemplos de programas de reasentamiento que han utilizado herramientas tecnológicas:

Proyecto de reasentamiento en Sri Lanka

Después de una larga guerra civil en Asia del sur específicamente en Sri Lanka, se llevaron a cabo programas de reasentamiento para las personas desplazadas. El desafío fue encontrar tierras adecuadas y seguras para el reasentamiento de las poblaciones afectadas por el conflicto.

Uso de Tecnología: Se utilizaron sistemas de información geográfica, que mapean y analizan áreas adecuadas para el reasentamiento. Los SIG permitieron considerar como la topografía, la disponibilidad de servicios, la calidad del suelo y la proximidad a recursos naturales.

Reasentamiento en áreas de desarrollo en la India

En el estado de Gujarat, India, se llevaron a cabo programas de reasentamiento en áreas afectadas por proyectos de desarrollo. Era necesario encontrar tierras adecuadas y garantizar un reasentamiento eficiente.

Uso de tecnología: Se emplearon tecnologías de imágenes satelitales para identificar áreas adecuadas para el reasentamiento. La información de imágenes satelitales se utiliza para mapear la tierra disponible y llevar un seguimiento en tiempo real del progreso del reasentamiento.

Plataformas de participación comunitaria en América Latina

América Latina, ha realizado programas de reasentamiento que requerían la participación activa de comunidades afectadas.

Uso: Se desarrollaron plataformas tecnológicas, como aplicaciones web y móviles, para facilitar la participación comunitaria y el diálogo. Estas herramientas permitieron a las comunidades expresar sus inquietudes y necesidades de manera efectiva, lo que facilitó la toma de decisiones colaborativas.

Estos son ejemplos que muestran cómo la tecnología, como los SIG, las imágenes satelitales y las aplicaciones móviles, se ha utilizado en programas de reasentamiento en diversas partes del mundo para abordar cuestiones de planificación, coordinación, seguimiento y participación comunitaria. Puedes buscar referencias específicas relacionadas con cada uno de estos ejemplos en bases de datos académicos para obtener más detalles y casos de estudio concretos.

Cambio climático en Colombia

El cambio climático en Colombia ha impactado significativamente al país en las últimas décadas. De acuerdo al informe del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS, 2020), Colombia está experimentando un aumento en la temperatura que conlleva a variaciones de lluvias y variaciones también del clima, estos cambios han desencadenado una serie de desafíos ambientales y socioeconómicos, incluyendo la ocurrencia de desastres e identificación de zonas de alto riesgo.

Desastres naturales en Colombia

Colombia es propensa a una variedad de desastres naturales, que incluyen inundaciones, terremotos de tierra y eventos climáticos extremos. Según un estudio publicado por el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC, 2020), los desastres naturales, como las inundaciones de tierra, han aumentado en frecuencia e intensidad en Colombia en los últimos años debido al cambio climático. Estos eventos causan daños significativos a la infraestructura y la vida de las comunidades.

Zonas de alto riesgo en Colombia

En Colombia, se han identificado diversas superficies de alto riesgo por la exposición a desastres naturales y eventos climáticos extremos. De acuerdo a Campos et al. (2012), en Colombia, el 86% se expone a una amenaza sísmica alta, 31% por inundación y 31% por movimientos en masa. Estas áreas de alto riesgo son propensas a inundaciones, incrementos de tierra y otros desastres relacionados con el clima.

Sobre el reasentamiento en Colombia

El reasentamiento en Colombia es un proceso fundamental que busca la protección y seguridad de comunidades vulnerables que residen en superficies de riesgo no mitigables. Son áreas de alto riesgo pueden deberse a la exposición a desastres naturales, conflictos armados o proyectos de desarrollo. El reasentamiento es una estrategia que implica la reubicación de comunidades enteras hacia ubicaciones más seguras y sostenibles, con el fin de salvar sus vidas, bienestar y entornos; el reasentamiento, como lo informa el Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y Cambio Climático (2024), “corresponde al proceso de intervención de viviendas en condiciones de alto riesgo en estratos 1 y 2 en el Distrito Capital o su equivalente jurídico, con el fin de proteger la vida de las familias que las habitan.”(p. 1).

Asentamientos humanos en zonas de riesgo no mitigable

Definición de superficies de riesgo no mitigables

Las superficies de riesgo no mitigables en Colombia son áreas geográficas que, debido a su ubicación o características geológicas, climáticas o socioeconómicas, no pueden ser protegidas adecuadamente contra desastres naturales como inundaciones, movimientos de tierra o terremotos. Estas áreas representan un peligro constante para la vida y la propiedad.

Figura 4

Tipos de riesgo no mitigable

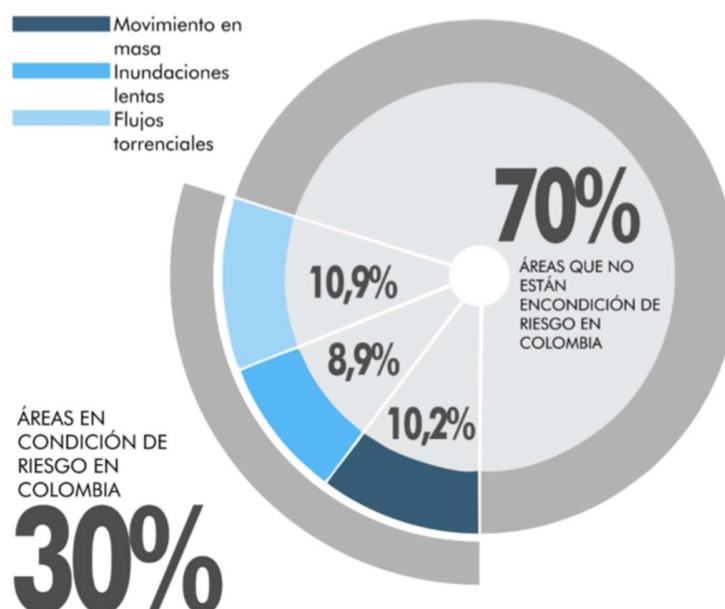


Nota. Tres tipos de riesgo no mitigable en Colombia. Elaboración propia

Población en zonas de riesgo

Colombia cuenta con una población significativa que reside en superficies de riesgo no mitigable. Estas poblaciones están expuestas a una variedad de amenazas naturales, lo que plantea la necesidad de estrategias de reasentamiento que garanticen su seguridad y bienestar.

Figura 5
Porcentaje de suelos en riesgo Colombia



Nota. Porcentaje de población ubicada en zonas de riesgo. Elaboración propia

Marco del reasentamiento en Colombia

El reasentamiento en Colombia, se rige a partir de diferentes leyes públicas que varían dependiendo del lugar en donde se pretende realizar, para el caso general de respuesta ante desastres naturales el reasentamiento está a cargo de la Unidad Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres Naturales (UNGRDN), en los casos de planificación urbana en el caso del Distrito Capital Bogotá, el reasentamiento se rige a partir de POT, como ha sido mencionado en el (Dec. 555, art. 386, 2021) de Acciones para el reasentamiento Se establece la siguiente metodología:

1. “Actualizar el inventario de zonas de alto riesgo no mitigable e identificar las familias u hogares a reasentar.
2. Priorizar las familias a reasentar, acorde con la inminencia del riesgo y los proyectos estratégicos o el restablecimiento de condiciones para aquellas impactadas por obra

pública a desarrollar, determinando los eventos de traslado inmediato y provisional, cuando se requiera.

3. Definir los criterios para adelantar el programa de reasentamiento y el de restablecimiento de condiciones socio económicas y las modalidades o alternativas habitacionales viables, técnica, económica y jurídicamente sostenibles.
4. Formular e implementar el plan de gestión social para el reasentamiento y el restablecimiento de condiciones socio económicas para garantizar la integración social y económica de las familias u hogares a reasentar.
5. Incorporación de las zonas o áreas en alto riesgo no mitigable como suelos de protección por riesgo y dentro del Inventario General de Patrimonio Inmobiliario Distrital.
6. Adelantar la inspección, vigilancia y control a la ocupación ilegal, de las zonas desocupadas en desarrollo de las acciones de reasentamiento por alto riesgo no mitigable, a fin de evitar nuevas ocupaciones.
7. Recibo, manejo y custodia de las zonas o áreas recuperadas en desarrollo del reasentamiento, para su uso y adecuación conforme a las disposiciones del presente Plan.
8. Implementar planes de acompañamiento social para reducir el abandono de los animales de compañía de las familias reasentadas, así como atender a los animales en condición de calle que permanezcan en los predios de las familias reasentadas, a cargo del Instituto de Protección Animal.”

Métodos del reasentamiento en Colombia

Colombia ha implementado programas de reasentamiento con un enfoque particular en la provisión de vivienda VIS y VIP para las comunidades reubicadas. En el marco de estas estrategias, se busca garantizar soluciones de vivienda definitiva que sean accesibles para las poblaciones afectadas por desastres naturales o proyectos de desarrollo. Estas soluciones a menudo incluyen la construcción de viviendas adecuadas y seguras que permiten a las familias reasentadas establecerse en nuevos entornos.

Es importante destacar que, en el contexto colombiano, el énfasis ha estado en proporcionar sustento económico para que las personas puedan pagar el arriendo de viviendas provisionales, en lugar de generar proyectos de vivienda temporal o emergente. Esta estrategia busca brindar a las comunidades reasentadas la flexibilidad para seleccionar viviendas que se adapten a sus necesidades y preferencias, al tiempo que se asegura que tendrán acceso a un lugar seguro y adecuado para vivir durante el proceso de reasentamiento.

Estas políticas reflejan el compromiso de Colombia de abordar los desafíos del reasentamiento a través de la provisión de soluciones de vivienda duraderas y la asistencia económica para garantizar que las comunidades reasentadas puedan restablecer sus vidas de manera efectiva en nuevos entornos.

Marco referencial de reasentamientos en Colombia

El reasentamiento de poblaciones afectadas por desastres naturales y otros riesgos no mitigables se ha convertido en un desafío crítico en Colombia, un país que enfrenta una variabilidad climática significativa y amenazas geológicas constantes. A medida que el cambio climático y la urbanización continúan ejerciendo presión sobre las zonas vulnerables, se hace evidente la necesidad de estrategias efectivas de reasentamiento que proporcionen seguridad y sostenibilidad a las comunidades afectadas.

En este contexto, se pueden identificar tres ejemplos destacados de programas de reasentamiento en Colombia que ilustran los enfoques y desafíos asociados con este proceso:

Reasentamiento en Mocoa

Mocoa, la capital del departamento de Putumayo, ha enfrentado repetidas inundaciones y deslizamientos de tierra debido a su ubicación geográfica y las fuertes precipitaciones. La Avenida torrencial de 2017 en Mocoa es un recordatorio vívido de la vulnerabilidad de la región. El proceso de reasentamiento en Mocoa ha implicado la búsqueda de tierras seguras y la construcción de viviendas adecuadas para las comunidades afectadas. Además, se han implementado programas de mitigación de riesgos para reducir futuros desastres.

Reasentamiento en Gramalote

La historia de Gramalote está marcada por terremotos y amenazas geológicas. En 2010, un terremoto devastador llevó a la evacuación completa de la ciudad. El proceso de reasentamiento en Gramalote ha incluido la planificación de una nueva ciudad, con infraestructura moderna y resiliencia sísmica. El desarrollo del Nuevo Gramalote se ha centrado en proporcionar una nueva vida a las personas reasentadas en un entorno más seguro y sostenible.

Reasentamiento en Armero

El desastre de Armero en 1985 fue un evento trágico en donde perdieron miles de vidas debido a la erupción del volcán Nevado del Ruiz. El proceso de reasentamiento en Armero implicó la reubicación de las comunidades en áreas más seguras, lejos de la amenaza volcánica. Se llevó a cabo una planificación exhaustiva para garantizar que las personas reasentadas tuvieran acceso a viviendas adecuadas y servicios esenciales en su nuevo entorno.

Marco conceptual

Interdisciplinariedad

Según Barzaga et al. (2006), sugiere que la interdisciplinariedad es un enfoque que busca la colaboración activa entre diferentes disciplinas para abordar problemas complejos. Implica la combinación de conocimientos y métodos de varias áreas de estudio para lograr una comprensión más integral y resolver desafíos interconectados.

Para Agazzi (2015), La interdisciplinariedad es un enfoque que promueve la cooperación entre expertos de diferentes campos para lograr soluciones creativas y efectivas. Implica superar las barreras de las disciplinas tradicionales y fomentar la sinergia entre diversas perspectivas.

La interdisciplinariedad es esencial en este proyecto de investigación, ya que la aplicación de BIM en programas de reasentamiento requiere la colaboración de expertos de diversas disciplinas, como arquitectura, ingeniería, geología y planificación urbana. La sinergia entre estos campos permitirá un enfoque integral en la gestión de programas de reasentamiento en zonas de riesgo por desastres naturales.

Innovación tecnológica

De acuerdo con Reyes (2022), La innovación tecnológica es el proceso de aplicación de nuevos conocimientos y avances tecnológicos para crear productos, servicios o procesos mejorados. Implica la adopción de enfoques novedosos y la incorporación de tecnología de vanguardia.

La innovación tecnológica, en particular la aplicación de BIM, es un pilar fundamental en este proyecto. BIM representa una tecnología de vanguardia que transformará la planificación y ejecución de programas de reasentamiento en Colombia. La adopción de BIM permitirá la creación de modelos

tridimensionales detallados que mejorarán la toma de decisiones y la eficiencia en la construcción de viviendas seguras.

Gestión del riesgo de desastres

Según el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres de las Naciones Unidas (ONU, 2015), la gestión de riesgo de desastres naturales es el proceso sistemático de identificar, analizar y mitigar los riesgos asociados a desastres naturales. Incluye medidas de prevención, preparación, respuesta y recuperación.

La gestión de riesgo de desastres naturales es esencial en el contexto de reasentamientos en zonas de alto riesgo no mitigable. La aplicación de BIM permite una planificación más efectiva en la construcción de viviendas seguras, contribuyendo a la reducción de la vulnerabilidad de las comunidades reasentadas y a la preparación ante eventos naturales adversos. La gestión de riesgo de desastres se integra con la tecnología de BIM y la interdisciplinariedad para lograr una gestión más eficiente y segura de los programas de reasentamiento.

MARCO TEORÍCO

Teoría del reasentamiento en contextos de alto riesgo

La Teoría del Reasentamiento en Contextos de Alto Riesgo se fundamenta en el trabajo de autores como Burton y Duques (1990) en donde la teoría se centra en la reubicación de comunidades afectadas por factores de riesgo, como desastres naturales, en áreas más seguras. En este contexto, se reconoce la planificación integral y la atención a poblaciones reasentadas. La teoría aborda los desafíos psicosociales, económicos y culturales que surgen en los procesos de reasentamiento.

La Teoría del Reasentamiento en Contextos de Alto Riesgo es relevante para este proyecto, ya que proporciona una base teórica sólida para comprender la necesidad de reubicar a comunidades en

afectadas en Colombia. El enfoque en la atención a las necesidades de las poblaciones reasentadas es esencial para garantizar su seguridad y bienestar.

Implementación de BIM en proyectos de construcción

Es una teoría que se basa en el trabajo de autores como Eastman et al. (2008). Esta teoría se enfoca en la adopción de la tecnología BIM en la industria de la construcción. Proporciona un marco para entender cómo BIM mejora la eficiencia en la planificación, diseño y ejecución de proyectos de construcción. Se resalta la importancia de la colaboración y coordinación interdisciplinaria para aprovechar al máximo el potencial de BIM.

El BIM este proyecto, ya que BIM es la tecnología clave que se aplicará en programas de reasentamiento en Colombia. La teoría resalta la eficiencia y la coordinación interdisciplinaria, lo que es esencial para optimizar la construcción de viviendas seguras en superficies de alto riesgo.

Marco normativo

El marco normativo que guía esta investigación establece el conjunto de normatividad legal en el cual se desarrolla el estudio. Estas normativas son esenciales para comprender el lineamiento del proyecto de investigación, en especial porque el problema abordado parte de una metodología utilizada actualmente en un marco legal y administrativo, en donde se pretende indagar sobre cómo está planteada esa metodología actualmente y los vacíos que pueden encontrarse. La normatividad indagada se ha organizado de la siguiente manera:

Como lo menciona la Ley 1523 del 2012 en su artículo 5, la gestión de riesgos de desastres se puede definir como un conjunto de actividades sociales destinadas a desarrollar, implementar, supervisar y evaluar políticas, estrategias, planes, programas, regulaciones, herramientas, medidas y

acciones continuas enfocadas en el entendimiento y la disminución del riesgo, así como en la gestión de desastres.

También mencionado en El Decreto 1077 (año), define en su artículo 2.1.1.1.3.1.2.2, la elegibilidad de planes de vivienda se definen por el Ministerio de vivienda y pueden ser: Modalidad única de subsidio, licencias de urbanismo y construcción, con servicios públicos y vías, propiedad del lote acredita sin restricciones, viabilidad legal para venta de viviendas, documentación de fuentes de financiación, certificado de disponibilidad presupuestal para aportes territoriales, documentación del responsable de construcción, presupuestos y viabilidad del plan, plan de gestión y acompañamiento social y verificación de cumplimientos de garantías de subsidios previos.

Capítulo 3: metodología

Perspectiva teórica Orientadora

Enfoque Interdisciplinario y Tecnológico para la Gestión Post-Desastres naturales en Proyectos de Reasentamiento

La perspectiva teórica orientadora se basa en la transdisciplinariedad, la innovación tecnológica (BIM) y la gestión de reasentamientos por desastres naturales. Su objetivo es comprender y abordar los desafíos en los programas de reasentamiento en Colombia, donde se requiere la reubicación de poblaciones vulnerables que han sido afectadas por desastres naturales. Elementos Clave de la Perspectiva:

Transdisciplinariedad

Reconoce la necesidad de la colaboración entre diversas disciplinas, como arquitectura, ingeniería, geología, sociología y planificación urbana, para abordar integralmente los desafíos del reasentamiento. La transdisciplinariedad permite considerar factores sociales, culturales, económicos y técnicos en los programas de reasentamiento.

Innovación tecnológica (BIM)

Se considera la adopción de Building Information Modeling (BIM) como una innovación tecnológica fundamental. BIM se utiliza para crear modelos tridimensionales detallados que mejoran decisiones y la coordinación interdisciplinaria para construir viviendas seguras y sostenibles que puede ser aplicado en la ejecución en reasentamientos.

Gestión de reasentamientos por desastres naturales

Reconoce la importancia de la ejecución en la gestión de programas de reasentamiento por desastres naturales. Esto implica la identificación, evaluación y mitigación de riesgos, preparación, control y finalización eficaz.

Aplicación en el Proyecto de Investigación

La perspectiva teórica orientadora guiará la investigación planificar y ejecutar programas de reasentamiento en Colombia. Se enfocará en cómo la transdisciplinariedad, la tecnología BIM y la gestión de reasentamientos por desastres pueden combinarse que mejoren: eficiencia, seguridad y resiliencia de las comunidades reasentadas tras eventos catastróficos. Esta perspectiva teórica permitirá un enfoque integral que abordará los desafíos de manera holística.

Diseño de la investigación

Selección del caso de estudio

Mocoa se selecciona como el caso de estudio principal debido a su historial de desastres naturales, particularmente inundaciones y flujos torrenciales. La región ha experimentado eventos catastróficos que han requerido programas de reasentamiento. La elección de Mocoa se basa en la información y necesidad de mejorar la gestión de reasentamientos en zonas de alto riesgo.

Variables de investigación

Variables independientes

-Uso de Building Information Modeling (BIM): Esta variable investigará si se utiliza la tecnología BIM en planificar y ejecutar reasentamientos.

-Coordinación transdisciplinar: Evaluará el nivel de colaboración y coordinación entre diferentes disciplinas (arquitectura, ingeniería, geología, etc.) en los programas de reasentamiento.

-Marco Normativo: Analizará la existencia y aplicación de políticas gubernamentales y directrices para los programas de reasentamiento en Colombia.

Variables dependientes

-Eficiencia en la Construcción: Medirá la eficiencia y la calidad en la construcción de viviendas seguras para las poblaciones reasentadas.

Tiempo de Reasentamiento: Investigará la duración de los programas de reasentamiento de las poblaciones afectadas.

-Resiliencia Comunitaria: Evaluará el grado de resiliencia de las comunidades reasentadas ante futuros desastres naturales.

Variables a lo largo del tiempo

Realizar un análisis temporal que abarque un período significativo que incluya eventos de desastres naturales y la implementación de programas de reasentamiento en Mocoa.

Comprender cómo las variables independientes (uso de BIM, coordinación interdisciplinar y marco normativo) han influido en las variables dependientes a lo largo del tiempo.

Identificar patrones, tendencias y cambios significativos en las variables y su relación con el tiempo.

Propuesta Urbana

Figura 6

Propuesta urbana planteada en el proyecto de reasentamiento.



Nota. Implementación de una contrapropuesta urbana realizada en este proyecto. Elaboración propia

Propuesta arquitectónica

Figura 7

Propuesta arquitectónica planteada en el proyecto de reasentamiento



Nota. Implementación de una contrapropuesta arquitectónica realizada en este proyecto. Elaboración propia

Capítulo 4: implementación de la metodología BIM

Objetivo BIM

El objetivo BIM, en este proyecto es optimizar el proceso de diseño constructivo de la propuesta arquitectónica de vivienda para el reasentamiento de la comunidad afectada por el flujo torrencial de 2017 en Mocha. Se busca lograr una coordinación eficiente en el proyecto, así como mejorar la calidad, eficiencia y sostenibilidad del resultado final.

Introducción, normas estándares, trabajo colaborativo e interoperabilidad

Metodología BIM

La metodología BIM se basa en la creación y gestión de modelos digitales compuestos por toda la información del proyecto. Esta metodología permitirá una colaboración más efectiva entre los diferentes equipos de diseño y construcción, así como una mejor visualización y comprensión del proyecto en todas sus etapas.

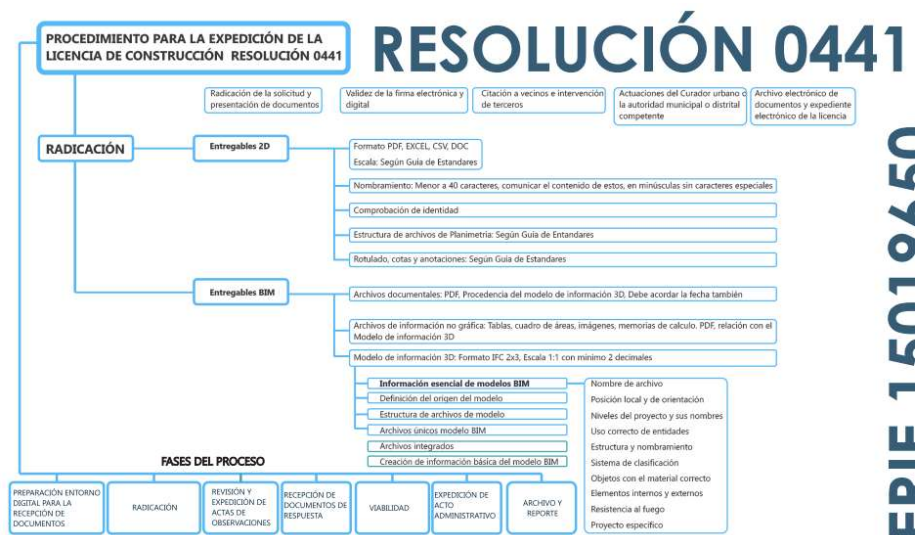
Normas y estándares

Son regulaciones aplicadas al modelado informativo constructivo, se integran en los procesos de diseño y gestión de construcciones BIM, asegurando el cumplimiento de los estándares de seguridad. Garantizan que los proyectos BIM cumplan con requisitos de seguridad laboral, identificando y gestionando riesgos desde el diseño hasta el mantenimiento, con el fin de prevenir accidentes.

Resolución 0441

Figura 8

Implementación de una contrapropuesta urbana realizada en este proyecto



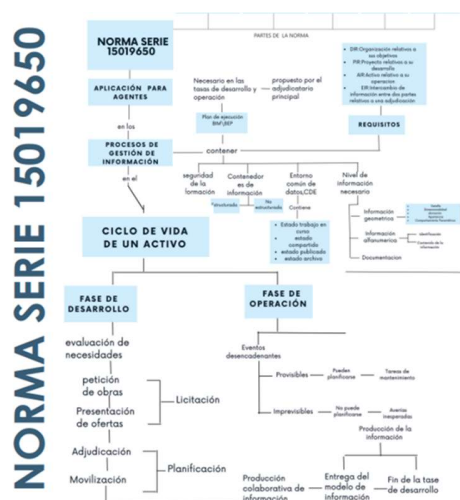
Nota. Diagrama conceptual de la resolución 0441. Elaboración propia

Figura 8. Resolución 0441. Elaboración propia

Norma serie ISO 19650

Figura 9

Norma serie ISO 19650



Nota. Diagrama conceptual de la norma serie iso 19650. Elaboración propia

EIR, Employer Information Requirements

Tabla 1
EIR del proyecto

EIR, Employer Information Requirements	
Técnico	
Objetivos del proyecto	Desarrollar una propuesta arquitectónica de vivienda que integre un diseño sostenible para el reasentamiento de la comunidad afectada por el flujo torrencial de 2017 en Mocoa
Objetivos de BIM en el proyecto	Optimizar el proceso de diseño y construcción de la propuesta arquitectónica de vivienda para el reasentamiento de la comunidad afectada por el flujo torrencial de 2017 en Mocoa. Se busca lograr una coordinación eficiente entre los diferentes actores involucrados en el proyecto, así como mejorar la calidad, eficiencia y sostenibilidad de los materiales en el resultado final.
Usos y alcances BIM	Para Arquitectura se requieren los usos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Para Estructuras se requieren los usos: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 22, Para Instalaciones se requieren los usos: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 15, 16, 17, 24
LOD y LOI para cada especialidad y componente	Para arquitectura, los muros, cubiertas y losas de entepiso en un LOD 400. Y los tipos de LOI: A, B, C, D, E, F, H, L, O Para estructura, las columnas, vigas, zapatas y otros elementos estructurales en un LOD 400. Y los tipos de LOI: A, B, C, D, E, F, H, L, O. Para instalaciones MEP en un LOD 300. Y tipos de LOI: A, B, C, L y O.
Plataformas colaborativas, Software de modelado y Coordinación	Plataforma colaborativa (US BIM), Software de modelado (Revit Arquitectura, Estructura y MEP), Software de gestión (BIM Collab), Software para CDE (BIM server center) y Software de Coordinación (Navisworks Manager).
Administrativo	
Estándares y normativas	ISO 19650, Resolución 0441
Roles y responsabilidades	• Coordinador BIM: Profesional: Arquitecto, para los usos: A • Modelador BIM: Profesional: Arquitecto, para los usos: B • Coordinador de geolocalización BIM: Profesional: Topógrafo, para los usos C • Especialista en fabricación y construcción BIM: Profesional: ingeniero civil, para los usos D • Especialista en especificaciones técnicas BIM: Profesional: ingeniero mecánico, para los usos BIM: E • Especialista en costos y presupuestos BIM: Profesional: Ingeniero de costos, para los usos: F • Especialista en sostenibilidad y eficiencia energética BIM: Arquitecto, para los usos H • Gestor de planificación y cronogramas BIM: Planificador, para los usos L • Gestor de archivos y mantenimiento BIM: Profesional: Gerente de archivos, para los usos O.
Segregación de información	Por niveles y zonas
Plan de entregas	Semanal
Plan de calidad	Revisión Semanal
Comercial	
Plataformas de entrega de la información	CDE
Formatos de entrega	IFC, RVT

Nota. Documento EIR por el cual se desarrollará el proyecto. Elaboración propia

BEP, Bim execution plan

Mediante el plan de ejecución BIM o por sus siglas en inglés BEP, se describirán los procedimientos, recursos, herramientas, sistemas y mecanismo para desarrollar e implementar BIM en el proyecto (Reasentamiento sostenible, contrapropuesta de diseño arquitectónico para las viviendas afectadas por el flujo torrencial de 2017 en Mocoa)

Roles BIM

Tabla 2
BEP Bim Execution Plan

Profesión	Rol BIM	Definición del Rol BIM
Arquitecto	Coordinador BIM Modelador BIM Especialista en sostenibilidad y eficiencia energética BIM	Dirección de la información general del proyecto. Modelar las propiedades físicas y geométricas del proyecto Dirigir los alcances de sostenibilidad del proyecto
Topógrafo	Coordinador de geolocalización BIM	Dirigir las propiedades geográficas y de localización espacial
Ingeniero Civil	Especialista en fabricación y construcción BIM	Realizar los documentos necesarios para la información del fabricante y constructor
Ingeniero Mecánico	Especialista en especificaciones técnicas BIM	Realizar las determinadas especificaciones técnicas BIM
Ingeniero de costos	Especialista en costos y presupuestos BIM	Coordinar la información de estimación de costos

Nota. Especificación de roles Bim en el proyecto. Elaboración propia

Usos Bim

Tabla 3

Especificación de los usos BIM

USOS BIM						
		ESPECIALIDADES				
		ARQ	EST	SAN	TUB	ELE
1	Levantamiento de condiciones existentes (Modelamiento 'As-Built')	X				
2	Estimación de cantidades y costos	X	X	X	X	X
3	Planificación de fases (Modelado 4D)	X	X	x	x	x
4	Análisis del cumplimiento del programa espacial con 3D (zonificación)	X	x	x	x	x
5	Análisis de ubicación	X	X	X	X	x
6	Diseño de especialidades	X	x	x	x	x
7	Revisión del diseño ('Design review')	X	X			
8	Análisis estructural	X	X			
9	Análisis lumínico					
10	Análisis energético					
11	Análisis mecánico					
12	Otros análisis de ingeniería		X			
13	Evaluación de Sostenibilidad (BIM 6D)	X	X			
14	Validación normativa	X	X	X	X	X
15	Coordinación 3D (Detección de interferencias)	X	X	X	X	X
16	Planificación de obra	X	X	X	X	X
17	Diseño de sistemas constructivos	X	X	X	X	X
18	Fabricación digital	X				
19	Control de obra	X				
20	Modelación As-Built (Record Modelling)					
21	Programación del Mantenimiento (BIM 7D)					
22	Análisis del sistema de edificación		X			
23	Gestión de activos (BIM 7D)					
24	Gestión y seguimiento de espacios			X	X	X
25	Planificación y gestión de emergencias					

Nota. Especificación de los usos BIM del proyecto. Elaboración propia

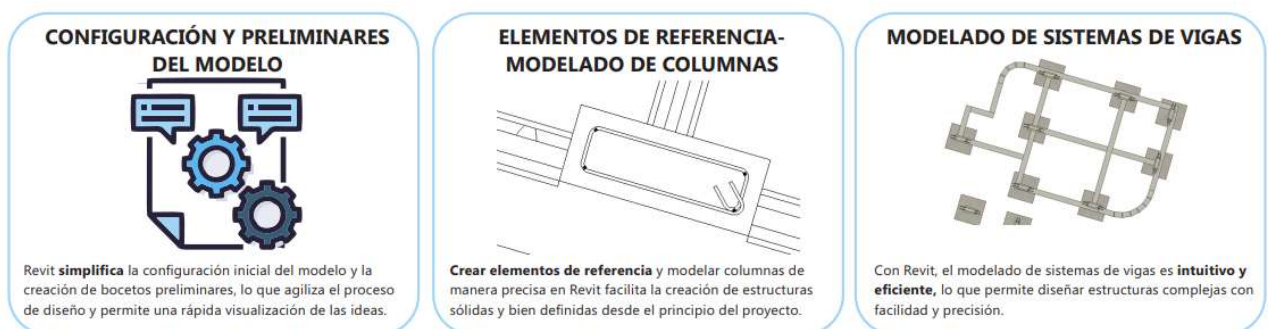
Modelado de la edificación

Modelado de la estructura

En el marco de la metodología BIM, el modelado de la estructura representa un componente fundamental para la integración y coordinación de información en proyectos de construcción. Mediante el uso de herramientas BIM, como software especializado, se desarrolla un modelo tridimensional preciso que abarca todos los elementos estructurales del edificio o infraestructura. Este enfoque permite a los equipos de diseño, ingeniería y construcción colaborar de manera eficiente, visualizar el comportamiento estructural y anticipar posibles conflictos durante las etapas del proyecto, desde el diseño conceptual hasta la ejecución.

Figura 10

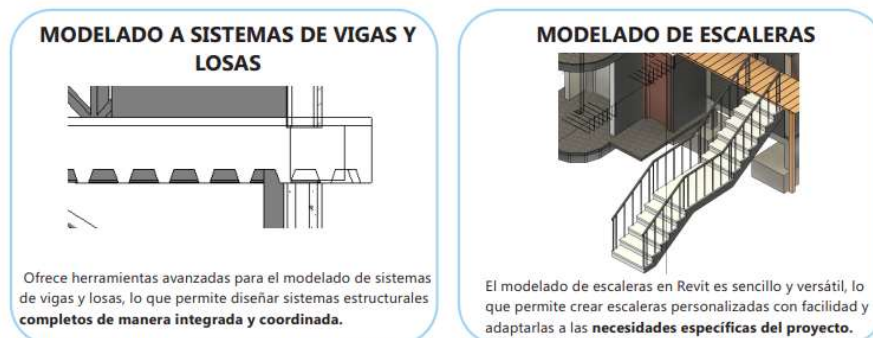
Modelado de la estructura 1 con la metodología BIM



Nota. Primer paso del modelado de la estructura del proyecto en el Software Revit. Elaboración propia

Figura 11

Modelado de la estructura 2 con la metodología BIM



Nota. Segundo paso del modelo de la estructura del proyecto en el Software Revit. Elaboración propia

Figura 12

Modelado de la estructura 3 del proyecto en el software Revit. Elaboración propia



Nota. Tercer paso del modelo de la estructura del proyecto en el Software Revit. Elaboración propia

Figura 13

Modelado de la estructura 4 del proyecto en el software Revit



Nota. Cuarto paso del modelo de la estructura del proyecto en el Software Revit. Elaboración propia

Figura 14

Modelado de la estructura 5 del proyecto en el software Revit

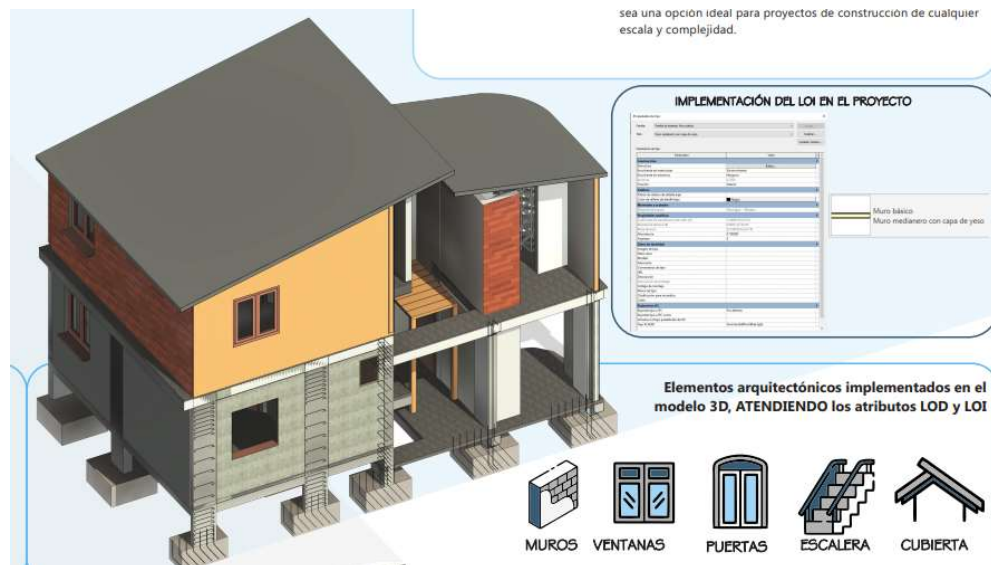


Nota. Quinto paso del modelo de la estructura del proyecto en el Software Revit. Elaboración propia

Modelado de arquitectura

El modelado de arquitectura en BIM es el proceso de modelar y gestionar un modelo digital que representa la geometría y las características físicas de un edificio o espacio arquitectónico. A través de esta práctica, se integran datos arquitectónicos detallados, como paredes, ventanas, puertas y elementos decorativos, en un entorno virtual colaborativo. Esto facilita la visualización, análisis y comunicación de conceptos arquitectónicos, así como la coordinación con otras disciplinas técnicas involucradas en el proyecto. El modelado de arquitectura en BIM promueve una comprensión integral del diseño y contribuye a la toma de decisiones informadas en el ciclo de vida del proyecto.

Figura 14
Modelado por partes del proyecto



Nota. Modelo arquitectónico del proyecto en el Software Revit. Elaboración propia

Figura 15 Modelado arquitectónico por partes del proyecto



Nota. Modelo arquitectónico donde se evidencia cada elemento modelado en el Software Revit. Elaboración propia

Instalaciones MEP

El modelado de instalaciones MEP (Mecánicas, Eléctricas y de Fontanería) dentro del enfoque BIM representa la integración de sistemas complejos de ingeniería en un modelo digital unificado. Este proceso implica la representación detallada de redes de tuberías, conductos, cableado eléctrico y equipos mecánicos dentro del contexto del proyecto. En el diseño y coordinación de instalaciones MEP, los profesionales pueden identificar conflictos potenciales entre sistemas, optimizar diseños para mejorar la eficiencia energética y facilitar la colaboración entre equipos multidisciplinarios.

Figura 16

Modelado de instalaciones MEP 1



Nota. Alcances del modelado de las instalaciones MEP, Exportación de datos IFC a un Entorno común de datos, en este caso

Bim server.center. Elaboración propia

Figura 17
Modelado de instalaciones MEP 2

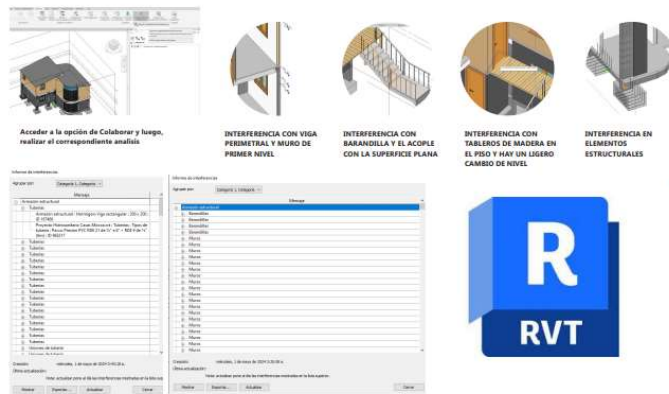


Nota. Visualización gráfica en vista axonométrica como evidencia de la aplicación de instalaciones MEP al proyecto arquitectónico. Elaboración propia

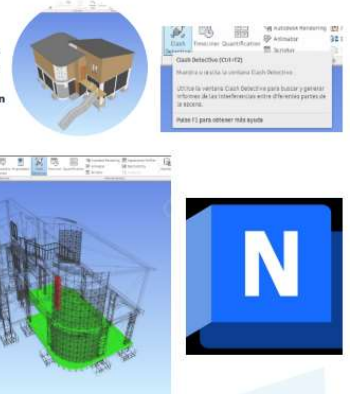
Coordinación de especialidades, documentos y tiempos

Análisis de interferencias e inconsistencias

La coordinación de especialidades documentos y tiempos en un proyecto BIM es un proceso clave para el flujo correcto de la información a lo largo de todas las fases del proyecto. Mediante la utilización de plataformas BIM y metodologías de gestión de proyectos, los equipos pueden colaborar de manera efectiva en la creación, revisión y actualización de modelos, documentos y cronogramas. Esta coordinación integral permite identificar y resolver conflictos entre disciplinas, mantener la coherencia de la información y optimizar las fases de un proyecto en función de los plazos y recursos disponibles.

Figura 18*Análisis de interferencias e inconsistencias***COORDINACIÓN DE INCONSISTENCIAS EN SOFTWARE REVIT****INCONSISTENCIAS EN SOFTWARE NAVISWORKS**

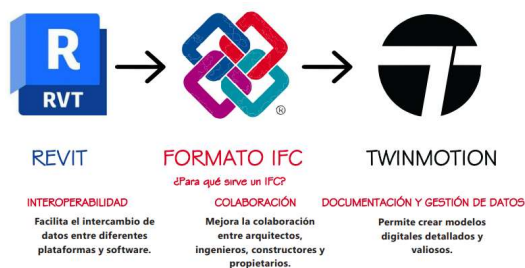
La interfaz de NAVISWORKS, permite visualizar de una manera más específica las inconsistencias en el Modelado 3D. En este caso en particular, se informa que el elemento estructural tiene un problema con respecto a la losa de entrepiso y de contrapiso.



Nota. Paso a paso de un análisis de interferencias e inconsistencias. Elaboración propia

Realidad virtual e inmersiva**Exportación a IFC entre otros**

Dentro de la metodología BIM, el manejo de los archivos de tipo IFC (Industry Foundation Classes), que son de tipo abierto y con gran interoperabilidad ya que pueden importarse en gran variedad de software que utilizan metodología BIM, es un tipo de archivo que transfiere características geométricas y de información, en este caso se realizó la exportación desde el software de Revit a formato IFC para posteriormente pasarlo a un software de renderizado como lo es Twinmotion.

Figura 19*Interoperabilidad entre software para modelos 3D*

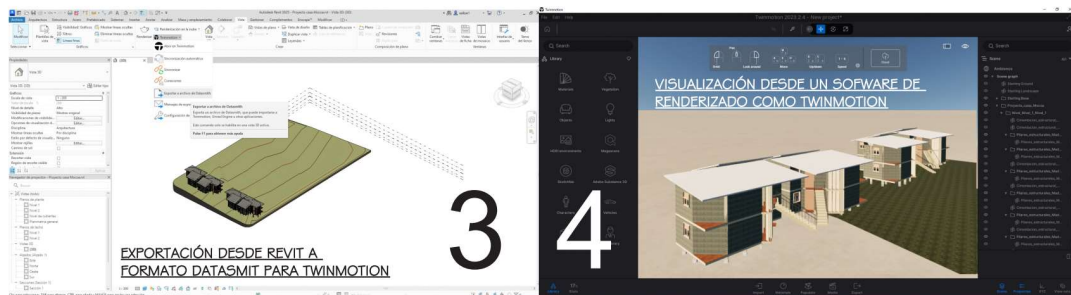
Nota. Paso a paso del envío de un modelo 3D para llegar a un software de renderizado en tiempo real. Elaboración propia

Renderización en tiempo real

Desde la introducción de metodologías CAD, la visualización 3D mucho antes eran solamente representaciones 2D y posteriormente con el avance de los diferentes hardware las interfaces de renderizado han ido mejorando y permiten hoy día renders en tiempo real. La integración de la metodología BIM ha traído interacciones inmediatas que ayudan a los procesos de desarrollo de un proyecto 3D.

Figura 20

Exportación desde Revit a formato Datasmit para Twinmotion



Nota. Exportación de un modelo 3D a un formato compatible con el software de renderizado Twinmotion. Elaboración propia

Fotomontaje y retoque fotográficos 3D

La introducción de estos entornos posibilita la observación de modificaciones en las imágenes en tiempo real, simplificando la modificación y la elaboración de composiciones más detalladas.

Herramientas de manipulación de imágenes: La amplia gama de herramientas disponibles facilita el ajuste de elementos dentro de las imágenes tridimensionales, permitiendo modificaciones precisas y refinadas.

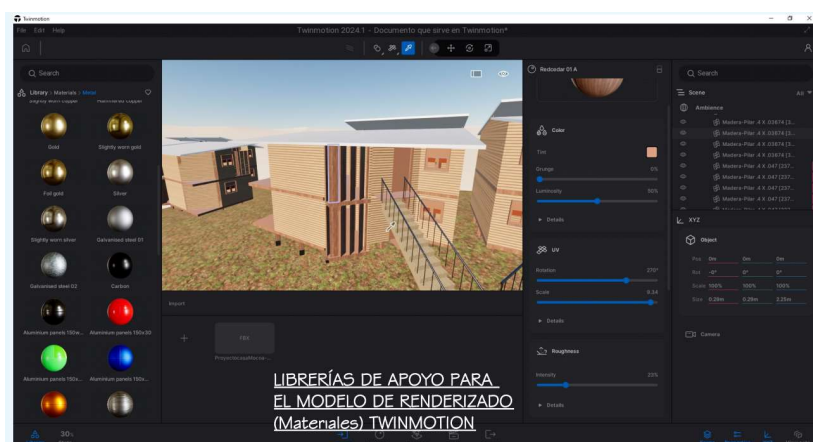
Producción de imágenes coherentes: Gracias a estas herramientas, es viable generar imágenes uniformes y realistas, donde los elementos se integran correctamente en el contexto visual.

Características medibles: Las técnicas de modificación permiten calcular y ajustar con exactitud distintos aspectos de las imágenes, como dimensiones, proporciones y distancias entre elementos.

Características cualificables: Además de aspectos medibles, las herramientas de modificación también permiten mejorar la calidad visual de las imágenes, ajustando la iluminación, el tono y otros atributos para obtener resultados más llamativos y atractivos.

Figura 21

Interfaz de Twinmotion para retoques fotográficos



Nota. Interfaz del software Twinmotion para realizar ajustes de materialidad y de visualización en el modelo. Elaboración propia

Fondos climáticos. Manejo de luces, sombras y reflejos

Los ajustes de fondos y luces se hacen mediante una renderización desde un botón específico, con calidad ajustable según la iluminación. La iluminación solar se ajusta automáticamente según el horario, y las reflexiones vidrieras se optimizan para mejorar la reflexión del vidrio. Además, se pueden configurar las dimensiones del píxel y de impresión, así como definir individualmente la profundidad de campo para obtener efectos tipo render, monocromáticos y niebla volumétrica. Estas opciones ofrecen un control detallado sobre los aspectos visuales de las imágenes, permitiendo ajustes personalizados para lograr resultados precisos y estéticamente impactantes.

Figura 22 Ambientación del modelado 3D



Nota. La Interfaz del software Twinmotion permite realizar ajustes de tiempo, luces y aspectos climatológicos. Elaboración propia

Visualización de modelos 3D

Desde la interfaz del software de renderizado se pueden exportar diferentes productos gráficos dependiendo de lo requerido

Figura 23
Salida gráfica de render del proyecto de vivienda



Nota. Visualización gráfica de un render del proyecto arquitectónico. Elaboración propia

Figura 24

Salida gráfica de render del proyecto de vivienda 2



Nota. Render a vuelo de pájaro del proyecto arquitectónico. Elaboración propia

Realidad virtual inmersiva

El Software utilizado en el apartado de realidad virtual e inmersiva contiene unas características muy innovadoras e importantes, el uso de plataformas virtuales es característico de este software Augin.

Figura 25

Interfaz de software Augin



Nota. Visualización de la aplicación móvil que permite visualizar un modelado 3D. Elaboración propia

Referencias

Portal de gestión del riesgo. (2023). UNGRD anunció subsidios, atención humanitaria y estudio para reasentamiento luego de emergencia en Quetame, Cundinamarca.

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2023/UNGRD-anuncio-subsidios,-atencion-humanitaria-y-estudio-para-reasentamiento-luego-de-emergencia-en-Quetame,-Cundinamarca.aspx>.

Portal de gestión del riesgo. (2020). Mocoa continua en su proceso de reconstrucción.

<https://portal.gestiondelriesgo.gov.co/Paginas/Noticias/2020/Mocoa-continua-en-su-proceso-de-reconstruccion.aspx>

Caja de vivienda popular. (2024). En 2024 continuamos entregando viviendas nuevas a más hogares

reasentados. <https://www.cajaviviendapopular.gov.co/?q=Noticias/en-2024-continuamos-entregando-viviendas-nuevas-m%C3%A1s-hogares-reasentados>

Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente. (2024, febrero). Grupos principales para un

mayor impacto en la acción ambiental. <https://www.unep.org/news-and-stories/speech/major-groups-major-impact-environmental-action>

Naciones Unidas. (2015, septiembre). Objetivos de desarrollo sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020, enero). Informe de gestión 2019.

https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe_gestio%CC%81n_MINAMBIENTE_2019-2.pdf

Campos, Ana. Holm-Nielsen, Niels. Díaz, Carolina. Rubiano, Diana. Costa, Carlos. Ramírez, Fernando.

Dickson, Eric. (2012). *Análisis de la gestión del riesgo de desastres en Colombia*. Banco mundial.

<https://gestiondelriesgo.gov.co/sigpad/archivos/GESTIONDELRIESGOWEB.pdf>

Sistema de Información para la Gestión del Riesgo y Cambio Climático. (2024, abril). Gestión Predial y

Reasentamientos. <https://www.sire.gov.co/surr>

Sistema de Información Ambiental de Colombia. (2020, junio). Gestión riesgo asociado al cambio

climático. <http://www.siac.gov.co/gestion-riesgo>

Hechavarría Barzaga, G., Martínez Pérez, C., & Rodríguez Rensoli, M. (2006). La interdisciplinariedad como soporte para los estudios del medio ambiente. Luz, 5 (2).

<https://www.redalyc.org/pdf/5891/589165904007.pdf>

Agazzi, E. (1). El desafío de la interdisciplinariedad: dificultades y logros. Revista Empresa Y Humanismo,

5(2), 241-252. <https://doi.org/10.15581/015.5.33372>

Emmanuel, Reyes. (2022, mayo). Definición de innovación.

<https://www.emprendedorinteligente.com/que-es-la-innovacion-segun-autores/>

Naciones Unidas. (2015, marzo). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2023.

https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf

John, Burton. Franck, Dukes. (2020). Conflict: Practices in Management, Settlement and Resolution.

<https://archive.org/details/conflictpractice0000burt/page/n3/mode/2up>

Charles, Eastman. Chuck, Eastman. Paul, teicholz. Sacks, Rafael. Kathleen, Liston. (2008, marzo). BIM

Handbook. Wiley. https://openlibrary.org/books/OL10294579M/BIM_Handbook

Congreso de Colombia. (2012, abril). Ley número 1523, por la cual se adopta la política nacional de gestión de riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>

Ley 1523/2012, abril 24, 2012. Diario Oficial. [D.O.]: 48411. (Colombia). Obtenido el 15 de abril de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=47141>

Decreto 1077/2015, mayo 26, 2015. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (Colombia). Obtenido el 10 de mayo de 2024.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=77216>