

Universidad Católica Redemptoris Mater



Análisis y viabilidad para el desarrollo de viviendas verticales en centros urbanos de Nicaragua

Infraestructura y Construcción

AUTOR(ES)

Castillo-López, Katherine

Guardado, Patzy Abigail

ASESORA

Ural Espinoza Gutiérrez,
Arquitecta, Docente-Investigadora

Managua, Nicaragua

2019

Resumen

La presente investigación cualitativa se enfocó en explorar sobre las viviendas multifamiliares verticales en Nicaragua, se abarcó los temores de la población hacia este tipo de viviendas, los esfuerzos del sector de la construcción y la razón por la cual se deberían construir estas viviendas en ciudades que son centros económicos como Managua. También se examinó la viabilidad de estas viviendas en términos de seguridad física y estructural, sostenibilidad y optimización de recursos, y movilidad y calidad de vida. Los arquitectos entrevistados coinciden en que estos proyectos pueden ser factibles siempre y cuando se respeten las normas de seguridad física y estructural, se diseñen de manera sostenible y mejoren la movilidad de los residentes.

Palabras Claves

Viviendas multifamiliares, sostenibilidad, edificaciones verticales, viabilidad, diseño arquitectónico

Abstract

This qualitative research focused on exploring vertical multifamily housing in Nicaragua, covering the fears of the population towards this type of housing, the efforts of the construction sector and the reason why these houses should be built in cities that are economic centers such as Managua. The feasibility of such housing was also examined in terms of physical and structural safety, sustainability and optimization of resources, and mobility and quality of life. The architects interviewed agree that these projects can be feasible as long as they respect physical and structural safety standards, are designed in a sustainable manner, and improve the mobility of residents.

Keywords

Multifamily housing, sustainability, vertical buildings, feasibility, architectural design

Índice de Contenido

Introducción	5
Antecedentes y Contexto del Problema.....	7
Objetivos.....	9
Objetivo General	9
Objetivos Específicos.....	9
Pregunta de Investigación	9
Justificación	10
Limitaciones.....	11
Supuestos Básicos.....	12
Categorías, Temas y Patrones Emergentes de la Investigación	21
Marco Referencial.....	23
Estado del Arte	23
Teorías y Conceptos.....	54
Marco Metodológico.....	58
Enfoque Cualitativo y su Justificación	58
Muestra Teórica y Sujetos de Estudio	60
Métodos y Técnicas de Recolección de Datos	61
Criterios de Calidad Aplicados.....	63
Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Información.....	65
Resultados y Discusión	66
Conclusiones.....	71
Referencias.....	73
Anexos.....	81

Índice de Tablas

Tabla 1 ASPECTOS A CONSIDERARSE EN TEMAS DE NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS VERTICALES	20
Tabla 2 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN	36
Tabla 3 ARQUITECTOS ENCUESTADOS Y DESCRIPCIÓN DE SU PERFIL PROFESIONAL	60

Índice de Figuras

Ilustración 1 VARIABLES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS DE UNA VIVIENDA DE ALTA DENSIDAD	14
Ilustración 2 VIVIENDA TIPO DÚPLEX	15
Ilustración 3 VIVIENDA TIPO TRIPLEX.....	16
Ilustración 4 VIVIENDA TIPO TOWNHOUSE.....	17
Ilustración 5 VIVIENDAS EN EDIFICIO DE APARTAMENTOS EN TORRE	18
Ilustración 6 VIVIENDA EN EDIFICIOS DE USOS MIXTOS	19
Ilustración 7 BOSCO VERTICALE. ITALIA	49
Ilustración 8 BEDZED/LONDRES, REINO UNIDO	50
Ilustración 9 THE HOUSE AT CORNELL TECH/ NUEVA YORK, EE. UU	51
Ilustración 10 THE INTERLACE/ SINGAPUR.....	51
Ilustración 11 VISTA AEREA DE THE INTERLACE/ SINGAPUR.....	52
Ilustración 12 TIPOS DE CERTIFICACIONES LEED	56

Introducción

Cuando se refiere a viviendas conviene analizar más allá de la posesión de un piso con cuatro paredes y un techo. La ciudadanía aspira a una vivienda digna, que tenga condiciones óptimas para ser habitada: terreno legalizado, en zonas seguras y con acceso a servicios sociales básicos, como educación y salud entre otros. En la ciudad de Managua muchas viviendas carecen de las condiciones citadas. El sistema de venta de viviendas de interés social está lleno de impedimentos: ilegitimidad de la propiedad de la tierra, ubicación en terrenos de riesgo humano, construcciones con materiales de baja calidad.

La construcción de viviendas multifamiliares verticales ha sido una tendencia creciente en todo el mundo debido a la necesidad de reducir el impacto ambiental y aprovechar mejor el espacio urbano. En Nicaragua, sin embargo, estas viviendas aún son vistas con escepticismo por parte de la población, lo que ha generado cierta resistencia a su implementación.

En este sentido, es necesario investigar las percepciones y temores de la población en cuanto a este tipo de viviendas, así como los esfuerzos que está realizando el sector construcción para fomentar su construcción. Además, es importante analizar las razones por las que deberían construirse viviendas multifamiliares verticales en ciudades que son centros económicos, como Managua, y evaluar la viabilidad de estas viviendas desde el punto de vista de la seguridad física y estructural, la sostenibilidad y la optimización de recursos, la movilidad y la calidad de vida.

Con esta investigación se establece la posibilidad de analizar la viabilidad de viviendas multifamiliares que no sólo sea confortable y con beneficios económicos para sus usuarios, sino que sea amigable con el ambiente. En el presente documento se trabajará con el modelo de construcción vertical de edificio de apartamento, que consiste en un edificio con varios apartamentos en cada planta y a menudo hay varios niveles. Los edificios de apartamentos pueden variar en tamaño, algunos con solo unos pocos apartamentos, otros con cientos de apartamentos en varias plantas o cualquier tamaño intermedio.

Este tipo de edificaciones puede ser propiedad de un solo individuo con el fin de rentar los espacios o cada uno de los apartamentos puede tener dueño propio. Con la correcta aplicación de materiales, técnicas de construcción, diseños sostenibles, distribución adecuada de las áreas, es posible desarrollar proyectos económicamente viables, lo que contribuirá a la economía del país, al mismo tiempo en que se reducen los daños al medio ambiente y mejora la calidad de vida de la comunidad.

Durante la investigación se entrevistó a arquitectos expertos en el tema, quienes coinciden en la importancia de respetar las normas de seguridad y diseño sostenible para que estos proyectos sean viables y contribuyan al desarrollo sostenible de las ciudades. Esta investigación tiene como objetivo aportar al debate sobre la construcción de viviendas multifamiliares verticales en Nicaragua y ofrecer recomendaciones para su implementación exitosa.

Antecedentes y Contexto del Problema

En 1972 la ciudad de Managua, experimentó un terremoto de 6.2 grados en la escala de Richter, que dejó como resultado al menos 10,000 personas fallecidas, 20,000 heridos, y 80% de la infraestructura destruida (Ahearn y Rizo, 1978). Por su parte las estimaciones presentadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) indican que como consecuencia del terremoto se perdió el 60% de la inversión fija acumulada y 45% de la Población Económicamente Activa (PEA) quedó desempleada (Cepal,1973).

Chávez, Hansen y Quesada (1973) se encargaron de evaluar la magnitud de los daños ocasionados por el terremoto de 1972, encontrando que la destrucción más severa se concentró en el centro de la ciudad, pues alcanzó un grado IX en la escala de Mercalli. Según la escala, en un escenario como este las estructuras con un “buen” diseño experimentan daños considerables, las estructuras “bien planeadas” se desploman, los edificios sólidos presentan derrumbes parciales y daños graves; los edificios salen de los cimientos, se presentan grietas en el terreno y se rompen las tuberías subterráneas (Servicio Geológico Mexicano, 2017).

Los investigadores que analizaron los efectos del terremoto encontraron que en el área de mayor daño existían edificios, públicos, oficinas, comercios y talleres con construcciones de taquezal, antiguas, con un máximo de tres plantas. En ese entonces el uso de concreto en las infraestructuras era relativamente nuevo y se usaban especialmente en los edificios importantes. Chávez, Hansen y Quesada (1973) argumentan que la severidad de los daños se asoció con el tipo de material y malas prácticas de construcción. Pues encontraron estructuras de gran peso, poca resistencia, mala construcción, falta de refuerzo o uso inadecuado de materiales, inconsistencia o falta de coherencia estructural, asimetría de los edificios y distribución irregular de la rigidez, características que finalmente llevaron al colapso.

Este momento histórico quedó grabado en la memoria de los capitalinos, a tal grado que el temor a las estructuras verticales sigue vigente más de 40 años después. Una muestra de ello es que el edificio más alto de la capital es el Antiguo Banco de América con una altura de 17 pisos

y que fue construido en 1970 y resistió los efectos del terremoto. La revista Arquitectura y Construcción en su edición de 2017 retoma este tema y plantea un nuevo escenario, una Managua con edificios verticales orientados a la vivienda y oficinas gubernamentales con propiedades antisísmicas.

El artículo plantea que actualmente hay mejores materiales, diseños y prácticas de construcción que permiten llevar a cabo proyectos verticales y seguros. Incluso señalan los edificios de una a tres plantas son los más propensos ante sismos, por lo que es más conveniente construir edificios altos, dada la dinámica de los suelos (Ortega, 2017). El gremio nicaragüense de la construcción apuesta por las construcciones verticales ya que aportan a la ciudad modernismo, innovación, reducción de costos de servicios básicos, optimización de la tierra urbana y provee una solución rentable para el déficit habitacional del país.

De acuerdo, con la Cámara de Urbanizadores de Nicaragua (Cadur) en Nicaragua el déficit habitacional asciende a 957,000 viviendas (VOS TV, 2022). El déficit habitacional es una medida que abarca la ausencia total de vivienda y la precariedad de su construcción y condiciones del entorno que afectan la calidad de vida de las familias (BID, 2016). Hábitat para la Humanidad expone que el acceso a la vivienda digna en Nicaragua se encuentra condicionado debido a la falta de acceso a tierra urbanizada para la mayoría de la población, la limitada oferta formal de lotes urbanizados y los elevados costos del suelo adecuado para el poblamiento. La institución informa que entre 2007 y 2012 las organizaciones especializadas contribuyeron a la producción social de 12,000 viviendas en el país.

Tomando en cuenta las innovaciones y los avances tecnológicos relacionados con la arquitectura y construcción, el déficit habitacional y el crecimiento urbano de la ciudad, los edificios multifamiliares se consideran como una alternativa viable para garantizar viviendas, dignas y seguras en una ciudad ordenada.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la viabilidad de la construcción de viviendas multifamiliares verticales y analizar las recomendaciones de arquitectos expertos para hacerlas más sostenibles.

Objetivos Específicos

- Evaluar la seguridad física y estructural de las edificaciones verticales, identificando riesgos potenciales y proponiendo medidas de preventivas.
- Analizar la sostenibilidad y eficiencia energética de las edificaciones verticales para viviendas multifamiliares.
- Identificar los beneficios en movilidad y calidad de vida de los residentes en viviendas multifamiliares verticales.

Pregunta de Investigación

¿Qué aspectos relacionados a la seguridad física y estructural; la sostenibilidad y optimización de recursos y movilidad y calidad de vida deben ser considerados en la planificación y ejecución de proyectos de viviendas multifamiliares en edificaciones verticales en centros económicos de Nicaragua?

Con esta investigación se establece la posibilidad de analizar, desarrollar e impulsar viviendas multifamiliares de estructura vertical, que no sólo sean confortables y con beneficios económicos para sus usuarios, sino que sean amigables con el medio ambiente.

Con la correcta aplicación de materiales, técnicas de construcción, la distribución de las áreas, podemos conseguir una vivienda digna a un precio razonable, esto contribuirá no solo a la economía familiar y del país, sino que reducirá los daños que ocasionamos al ambiente.

Justificación

Después del terremoto de 1972, en la ciudad de Managua el crecimiento habitacional se ha caracterizado por su horizontalidad, a partir de este crecimiento se han generado problemas urbanos, los cuales se reflejan significativamente en un avance de la ciudad progresivo e incontrolado. Entre los principales problemas urbanos vividos en la ciudad de Managua sobresale la toma de predios baldíos para la construcción de asentamientos espontáneos, en donde la población vive en condiciones no dignas y precarias, lo cual es un círculo vicioso complejo para los niños y jóvenes que condiciona la mejora de la calidad de vida.

Al abordar el tema de vivienda para los núcleos familiares, fue necesario retomar el concepto de la densificación urbana en edificios de altura, como consecuencia del alto costo de la tenencia de la tierra y de reducir la rápida expansión horizontal de la ciudad. Con el fin de solucionar la demanda de viviendas dignas, y a su vez contrarrestar el desorden urbano de la ciudad, el diseño edificios multifamiliares de carácter vertical con criterios de sostenibilidad, se presenta como una opción viable, que contribuye al bienestar individual, al mismo tiempo que reduce el impacto negativo sobre el ambiente.

De acuerdo a las investigaciones realizadas anteriormente, se logró determinar que el déficit habitacional presente en la ciudad de Managua se debe al crecimiento poblacional, lo cual hace necesario crear edificios en altura, es decir viviendas confortables que satisfagan las necesidades de las futuras familias.

Los problemas sociales y ambientales imponen un desafío a los arquitectos y empresas que constructoras, pues no basta solamente con desarrollar proyectos con diseños funcionales para sus habitantes, sino que se demandan instalaciones que también sean ecológicas, saludables, eficientes, ahorradoras de carbono y de costes, que permitan garantizar calidad de vida a los individuos, respetando el medio ambiente.

Limitaciones

En los últimos años, las principales ciudades de Nicaragua han comenzado a cambiar el panorama en cuanto a infraestructura, sin embargo, las construcciones verticales en la ciudad de Managua aún crecen a pasos lentos. Las experiencias nacionales indican que la mayor parte de las infraestructuras verticales sostenibles desarrolladas en la ciudad corresponden a edificios de carácter comercial, como es el caso de la Plaza Centroamérica, que obtuvo su certificación LEED en 2020. Actualmente, la Cámara de Urbanizadores (Cadur) busca que los edificios verticales con fines habitacionales (residenciales) adopten criterios de sostenibilidad.

Sin embargo, uno de los mayores temores en los nicaragüenses para ayudar a la densificación de construcciones en altura es el miedo a los fenómenos sismológicos y que a su vez han contribuido a detener un poco el crecimiento de Managua en comparación a otras ciudades de Centroamérica. Esta ha sido la mayor limitación, los traumas de la población capitalina, ya que Managua a lo largo de su historia ha sobrevivido a dos terremotos de gran magnitud, el último explicado anteriormente que ocurrió en el año 1972.

Y es debido al terremoto de aquel entonces, que todavía existe el temor y desconfianza en este tipo de edificios, Kaufman (2007) argumenta que las memorias y relatos son un mecanismo importante en la formación de la identidad de las generaciones más jóvenes, pues a través de estos se transmite información, se establece un sentimiento de pertenencia y parámetros para entender el presente. Por su parte, Morgado (2021) explica que las experiencias estresantes de los padres pueden transmitirse a sus descendientes, debido a una afectación en su ADN. Los relatos, las costumbres del hogar y la documentación sobre este fenómeno natural pueden ser un ejemplo de una transmisión generacional de desconfianza.

Desde la Cámara de la Construcción de Nicaragua se ha impulsado la densificación de la vivienda y la construcción de viviendas en altura, debido a los beneficios que genera a las personas y las constructoras. Sin embargo, la mayoría de las construcciones son de tipo comercial y hotelera. En el caso de las edificaciones verticales de vivienda están enfocadas en estratos

socioeconómicos más altos. Sin embargo, esos edificios multi- habitacionales de altura pueden construirse para para viviendas populares también, y con esto se lograría una mayor densificación de Managua, una optimización de espacios evitando es esparcimiento horizontal, creando un mayor aprovechamiento de los recursos.

“Las construcciones de altura han sido más que todo en oficina, prácticamente en el tema de viviendas unifamiliares, y familiares en edificios, muy poco prácticamente. Conozco proyectos en el sector de Villa Fontana y en el sector de Santo Domingo, estos edificios y departamentos que están siendo dedicados al sector media alto, alto”, según Carlos Fernández, presidente de la Asociación Nicaragüense de Ingenieros y Arquitectos (ANIA), en el lanzamiento del Primer Congreso Internacional de Ingeniería.

Supuestos Básicos

La población nicaragüense ha hecho costumbre el desarrollo de proyectos de construcción a nivel horizontal, son muy pocas las personas que se atreven a construir y a vivir en una casa de más de dos niveles. Las tragedias que han pasado a lo largo de la historia han ocasionado ese temor a las alturas, y aunque existen edificios de carácter vertical dedicado a uso habitacional, esto es muy poco atractivo para la población en general.

Se está desarrollando la vivienda multifamiliar en altura para la clase media y clase alta promovido por inversionistas privados, contruidos por la empresa privada y diseñado por firmas de arquitectos contemporáneos nacionales. Lo que limita aún más a las familias promedio adquirir una vivienda de este tipo y poder acoger nuevas costumbres. El déficit habitacional podría generar asentamientos espontáneos, cuando las familias son inestables económicamente y no cuentan con una red de apoyo que les permita contar con una vivienda, se ven en la necesidad de ubicarse en cualquier predio baldío.

Según BID (2015a), en Managua se registran aproximadamente unas 35,000 viviendas en zonas de riesgo ambiental, esto es el resultado de una oferta habitacional limitada que llevó a los hogares a construir en zonas sin servicios urbanos y sociales o en áreas centrales con deterioro. De acuerdo con los datos del Informe de Vivienda 2019-2020, en Nicaragua predominan las casas con paredes de bloques de concreto, techos de zinc, piso de ladrillo de cemento y cuentan con escrituras de propiedad. Los datos referentes al acceso a servicios básicos en 2020 indican que el 75% tiene acceso a tuberías de agua conectadas a la red pública, 37% tiene acceso a una letrina o excusado, en menor medida hay accesos a inodoros.

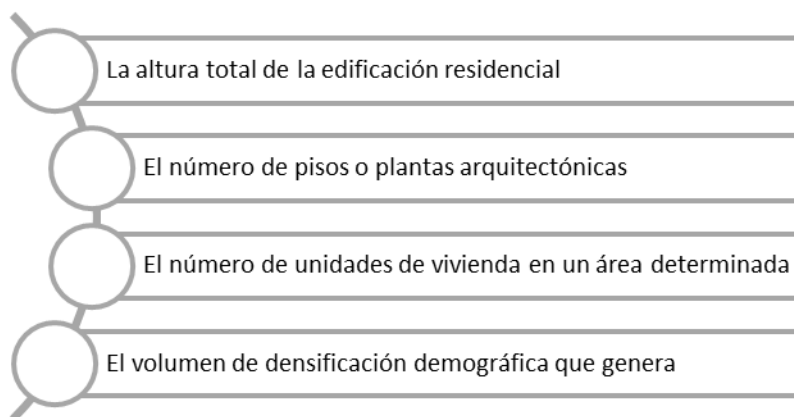
No existe una estrategia público-privada para promoción de construcciones verticales populares en la ciudad de Managua, por lo que la ciudad continúa mostrando un crecimiento urbano descontrolado. Debido a la falta de información de la población en general de nuestro país, no existe una cultura adecuada, ni orientada para vivir en este tipo de vivienda vertical. Es importante señalar también, que las personas aceptan vivir en estos espacios multifamiliares, pero de manera transitoria y como paso previo a adquirir una vivienda horizontal o unifamiliar.

Los espacios multifamiliares ofrecen espacios reducidos, propician la pérdida de privacidad, congestionan los servicios, las mascotas se vuelven un problema social con fuertes implicaciones en el bienestar colectivo. Estos desarrollos ofrecen una nula posibilidad de crecimiento, carecen de espacios disponibles en el conjunto y tienen una dependencia total de la administración. Con edificios multifamiliares de interés social, los vecindados difícilmente pueden solventar las cuotas de mantenimiento de las áreas comunes con el consiguiente deterioro y abandono de las mismas.

Las construcciones en altura no se llevan a cabo en el país por limitaciones tecnológicas, económicas, sociales y culturales. Son pocos los trabajos y proyectos realizados con respecto al desarrollo de viviendas en altura.

Las viviendas multifamiliares son construidas en altura como respuesta a la alta densidad demográfica. Una vivienda de alta densidad se caracteriza por distintas variables, tales como:

Ilustración 1 VARIABLES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS DE UNA VIVIENDA DE ALTA DENSIDAD



Fuente: *Elaboración propia.*

De acuerdo a las características de diseño y uso, las viviendas multifamiliares suelen clasificarse en:

Tipo Dúplex

Una vivienda tipo dúplex es un tipo de vivienda que se divide en dos niveles separados, generalmente con una entrada compartida y una escalera interior que conecta ambos niveles. Son populares en áreas urbanas densamente pobladas y pueden ser construidas como unidades adosadas o en edificios multifamiliares. En este tipo de edificaciones normalmente se desarrollan otros espacios como un sótano terminado, una terraza en la azotea o un patio trasero. Tienen una ventaja relevante y es su adaptabilidad a las necesidades de sus habitantes, por ejemplo, estudiantes o familias numerosas.

Por su parte, González (2020) señala que este tipo de edificaciones también representan ventajas para parejas o familias pequeña que desean tener más espacio y privacidad que los apartamentos, pero que no pueden pagar una casa más grande. Al mismo tiempo que son

proyectos atractivos para los propietarios, ya que pueden alquilar una de las dos unidades para ayudar a cubrir los costos del préstamo hipotecario.

Ilustración 2 VIVIENDA TIPO DÚPLEX



Fuente: *Planos de casas modernas*

Tipo Tríplex

Como su nombre lo indica, tiene tres niveles. Presenta características en común con la vivienda dúplex, como la entrada compartida y una puerta de acceso independiente a cada unidad. En este tipo de edificaciones, generalmente la sala de estar y la cocina están en la planta baja, los dormitorios en el nivel superior y un espacio habitable adicional en el nivel inferior.

De acuerdo Lancaster (2007), las viviendas tipo tríplex son populares en áreas urbanas donde la tierra es escasa y costosa, ya que permiten a los desarrolladores construir tres unidades en el mismo espacio que normalmente se necesitaría para construir una sola casa. Además, las viviendas tipo tríplex pueden proporcionar una fuente estable de ingresos para los propietarios y una opción de vivienda asequible para las familias.

Ilustración 3 VIVIENDA TIPO TRIPLEX



Fuente: *Arch Daily*

Tipo Townhouse

Las viviendas de esta categoría comparten una o más paredes con otras unidades de vivienda similares en una hilera continua. Estas viviendas se pueden encontrar en áreas urbanas y suburbanas y son populares debido a su atractivo estético, su eficiencia en el uso del espacio y bajo mantenimiento. Comúnmente tienen uno o dos pisos.

Según Kathleen Connors en su libro "Designing Sustainable Communities", las viviendas tipo townhouse son una forma popular de vivienda asequible en áreas urbanas densamente pobladas. Además, las townhouses son una buena opción para las personas que quieren un hogar más grande que un apartamento, pero que no quieren el costo y la responsabilidad de una casa unifamiliar (Connors, 2010).

Ilustración 4 VIVIENDA TIPO TOWNHOUSE



Fuente: *Beth & Ryan. Real State Team*

Edificio de Apartamentos (en torre)

Son edificios verticales en donde varias unidades de vivienda se construyen en una sola torre de varios pisos. Estos edificios son comunes en áreas urbanas y suelen ser muy altos y estrechos, lo que permite que muchas personas vivan en un espacio pequeño. En este edificio, los residentes comparten una entrada y un vestíbulo y en dependencia de la cantidad de pisos, pueden contar con un elevador. Dependiendo del segmento de mercado para el que se desarrolló el proyecto puede contar con una piscina, una terraza en la azotea, un gimnasio y una sala de lavandería.

McCoy (2014) expone que los edificios de apartamentos en torre son una forma popular de vivienda en áreas urbanas densamente pobladas, ya que permiten que muchas personas vivan en un espacio pequeño. Además, estos edificios pueden ser diseñados para ser más sostenibles y energéticamente eficientes que otros tipos de vivienda, lo que los hace más amigables con el medio ambiente.

Ilustración 5 VIVIENDAS EN EDIFICIO DE APARTAMENTOS EN TORRE



Fuente: *Guatemala.com*

Edificio de Uso Mixto

Son un tipo de vivienda que se encuentra en edificios que también contienen otros usos, como comerciales, de oficina o de servicios, están estructurados de tal forma que los diferentes usos se complementan entre sí. Este tipo de edificio es cada vez más popular en áreas urbanas y puede tener numerosos beneficios para los residentes, como una mayor comodidad y conveniencia. La ubicación de estos edificios es estratégica, pues se encuentran cerca de tiendas, restaurantes y lugares de trabajo.

Los edificios de uso mixto pueden mejorar la calidad de vida de los residentes al ofrecer una amplia gama de servicios y comodidades en un solo lugar. Además, estos edificios pueden fomentar una mayor interacción social y comunitaria entre los residentes y otros usuarios del edificio (Hood, 2013).

Ilustración 6 VIVIENDA EN EDIFICIOS DE USOS MIXTOS



Fuente: *Inmobiliare*

Comunidad de Apartamentos (en serie)

Son un tipo de vivienda que se construye en serie, es decir, en la que las unidades de vivienda son muy similares o idénticas entre sí y se colocan una al lado de la otra para crear una comunidad de viviendas. Este tipo de vivienda es común en áreas urbanas.

Con regularidad, estas viviendas adoptan un diseño modular, es decir, se construyen en módulos prefabricados que se ensamblan en el sitio, lo que facilita su mantenimiento y las vuelve más económicas que otro tipo de edificaciones. En estas comunidades los residentes pueden tener acceso a comodidades compartidas como áreas verdes, parques infantiles y piscinas (Plosky, 2017).

Las normativas de construcción de viviendas verticales, toman en cuenta varios elementos importantes que deben cumplirse para garantizar la seguridad y el bienestar de los residentes. Se deben aplicar tanto en áreas de circulación de la urbanización como en las áreas comunales, además las viviendas que se adjudiquen a personas con discapacidad deben incluir aprobaciones técnicas de los servicios de agua potable, drenaje sanitario y pluvial, electricidad

pública y domiciliaria y la vialidad. Los proyectos de vivienda para su aprobación deben de estar ubicados en las áreas de crecimiento habitacional existentes o proyectadas de la ciudad, según el plan regulador de la ciudad.

En esta línea, cabe destacar que los sistemas de certificación en arquitectura garantizan que el diseño y construcción de los edificios sea sostenible desde la perspectiva medioambiental y económica. Las instancias públicas y privadas son conscientes del valor de estas certificaciones en la disminución del impacto ambiental, pues permiten evaluar el impacto ambiental de la construcción y las operaciones, así como para garantizar que el edificio no será una carga financiera para sus propietarios o quienes habiten en él. A su vez puede atraer a clientes e inversionistas, gracias a la garantía de sostenibilidad.

Además de estos beneficios, & Saunders (2009) considera que estas normativas pueden ayudar a crear una ciudad más eficiente y sostenible al promover una mayor densidad de población en áreas urbanas.

A continuación, se muestran las dimensiones clave que deben tomar en cuenta las regulaciones para este tipo de edificios:

Tabla 1 ASPECTOS A CONSIDERARSE EN TEMAS DE NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS VERTICALES

Diseño estructural	Las normativas de construcción establecen los requisitos mínimos para el diseño estructural de los edificios de apartamentos en torre. Esto incluye especificaciones para la resistencia sísmica, la capacidad de carga, la estabilidad y la seguridad contra incendios.
Materiales de construcción	Las normativas de construcción establecen los materiales de construcción que deben utilizarse en los edificios de apartamentos en torre. Esto incluye especificaciones para los materiales de la estructura, los revestimientos exteriores, los materiales aislantes, los vidrios y las puertas.

Altura del edificio	Las normativas de construcción establecen la altura máxima permitida para los edificios de apartamentos en torre. Esto puede variar según la zona y el uso previsto del edificio.
Espacio habitable	Las normativas de construcción establecen los requisitos mínimos de espacio habitable para las unidades de vivienda en los edificios de apartamentos en torre. Esto incluye especificaciones para la altura del techo, el ancho del pasillo, la ventilación y la iluminación natural.
Instalaciones de servicios	Las normativas de construcción establecen los requisitos mínimos para las instalaciones de servicios en los edificios de apartamentos en torre. Esto incluye especificaciones para el suministro de agua, la eliminación de aguas residuales, el suministro de energía eléctrica y la ventilación

Fuente: *Elaboración propia con base en (Krieger & Saunders,2009)*

Categorías, Temas y Patrones Emergentes de la Investigación

Managua fue incluida en la Iniciativa Ciudades Emergentes y Sostenibles (ICES) del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en el año 2012. Esta iniciativa surgió con el objetivo de apoyar a las municipalidades de 61 ciudades latinoamericanas en la toma de decisiones estratégicas para desarrollar ciudades sostenibles. El proyecto se basa en tres dimensiones de sostenibilidad: ambiental, fiscal y gobernabilidad.

Siguiendo la metodología del proyecto en la ciudad de Managua se realizó una evaluación rápida sobre la sostenibilidad de la ciudad, tomando en cuenta 134 indicadores; posteriormente en la segunda etapa se realizó una jerarquización de los principales problemas y finalmente se identificaron soluciones específicas para las problemáticas identificadas.

De acuerdo a los resultados del diagnóstico se identificó que la ciudad presenta deficiencia en los procesos de planificación territorial de Managua, se carece de una visión metropolitana y no cuenta con lineamientos estratégicos de planificación que tengan carácter vinculante, tampoco cuenta con instrumentos de gestión o una institucionalidad fuerte que permitan llevar a cabo proyectos estratégicos a nivel supramunicipal. Estas condiciones se ven

afectadas por la desactualización y falta de integración de instrumentos de planificación como el Plan de Ordenamiento Territorial Municipal (POTM), y el Plan Regulador de Managua (BID, 2014).

Como resultado del proyecto se produjo un plan de acción enfocado en dos fenómenos que generarían impactos considerables en la ciudad, en primer lugar, las inundaciones, por ser los eventos más frecuentes y, en segundo lugar, los sismos, que son los eventos menos frecuentes, pero de gran magnitud (BID, 2014). Latinoamérica es de las regiones más urbanizadas a nivel mundial.

Según Dardón & Gándara (2012) las tendencias de urbanización aumentan la vulnerabilidad de la población ya que las amenazas naturales y las altas densidades en conjunto son capaces de crear desastres de gran magnitud. Los autores revelan que la implementación de herramientas tecnológicas no es suficiente para erradicar el problema, sino que se requiere además de una asistencia técnica precisa para evitar construcciones vulnerables.

El crecimiento poblacional y los cambios ambientales han vuelto más necesario y popular la adopción de certificaciones de arquitectura sostenible. La US Green Building Council (USGBC) es la más popular y fue la primera organización en desarrollar una certificación de arquitectura sostenible de nombre “Leadership in Energy & Environmental Design ” que evalúa los proyectos de construcción por medio de ocho criterios: Ubicación y Transporte, Emplazamiento sostenible, Ahorro de agua, Eficiencia energética y emisiones a la atmósfera, Materiales y recursos naturales, Calidad del aire interior, Innovación en el diseño, Prioridad regional (USGBC, s.f).

Marco Referencial

El marco referencial de esta investigación revela las teorías y evidencias empíricas relacionadas con las viviendas verticales en Nicaragua, que sirven de sustento para el investigador a la hora de fundamentar su postura sobre este modelo habitacional. Es necesario revisar la bibliografía más reciente y todos los trabajos relevantes previos que estén relacionados con las viviendas multifamiliares verticales, dando el crédito correspondiente a los autores consultados.

En términos generales, el marco referencial es una revisión histórica de hallazgos pertinentes sobre la evolución de las viviendas multifamiliares verticales, los aspectos metodológicos relevantes en su diseño y construcción, y las principales conclusiones que se han escrito alrededor de este tema. Adicionalmente, en este apartado se incluyen las definiciones de términos importantes que ayudan al lector a comprender mejor el tema abordado en la investigación.

Esta revisión permitirá identificar las principales ventajas y desventajas de las viviendas multifamiliares verticales en contextos similares al de Managua, considerando factores como la seguridad, la movilidad y la optimización de recursos. También se explorarán los temores de la población y los impactos psicológicos del terremoto de 1972, así como los retos en la planificación urbana. De esta manera, se busca proporcionar un fundamento sólido para discutir la viabilidad y las mejores prácticas en la implementación de estos proyectos habitacionales en Nicaragua.

Estado del Arte

El estado es una sección fundamental en esta investigación, ya que permite contextualizar el estudio sobre las viviendas verticales en Nicaragua dentro del marco teórico y empírico existente. A través de la revisión de estudios previos, teorías relevantes y evidencias empíricas,

se busca proporcionar una base sólida para entender los desafíos y las oportunidades asociados con la adopción de este tipo de vivienda en Managua y otras ciudades importantes del país.

Viviendas verticales

Según Grupo México Design (s.f) la arquitectura vertical engloba todo tipo de rascacielos, características como tamaño, diseño y uso, se ha diversificado con el tiempo. Es evidente que estos han existido desde épocas remotas, pero su uso y su sostenibilidad han evolucionado conforme los avances tecnológicos. La vivienda vertical, en ese sentido, se caracteriza por su habitabilidad. Así mismo, pretende ser respetuosa y amigable con el medio ambiente, de ahí que las nuevas tecnologías en la arquitectura han desarrollado e incorporado el ahorro de energía, el uso de materiales que favorecen al ambiente, entre otras cualidades.

Para definir una vivienda multifamiliar es importante saber el término de “vivienda”, es una palabra proveniente del latín ‘vivienda’ que significa “lugar cerrado y cubierto construido para ser habitado por personas”. La vivienda es una edificación cuya principal función es ofrecer refugio y habitación a las personas, protegiéndolas de las inclemencias climáticas y de otras amenazas.

Las viviendas están en las ciudades, en los pueblos y en los lugares más recónditos del mundo, suelen tener distintos tamaños, formas y colores que les identifican, por tanto, no consiste exclusivamente en un conjunto de paredes estructuradas al azar o sistemáticamente, sino que la estructura de la vivienda se adapta para lograr una mayor satisfacción con la misma.

Desde el contexto social, la tipología de vivienda se puede clasificar en: unifamiliar y multifamiliar. La palabra Multifamiliar es definida según la RAE como: “Dicho de un edificio: De varias plantas, con numerosos apartamentos, cada uno de los cuales está destinado para habitación de una familia”.

En cuanto a las construcciones verticales con propósitos de vivienda, sobresalen los edificios multifamiliares que son recintos compuestos por varias plantas, con numerosos apartamentos y cada uno está destinado para la habitación de una familia, la convivencia entre las familias residentes no es obligatoria. En estas construcciones se designa un espacio que está bajo un régimen de condominio, con servicios y bienes compartidos, tales como: circulación (escaleras y ascensores), bajantes de basura, estacionamiento, acometidas de servicio, áreas verdes y sociales, como salón de usos múltiples, piscina, canchas deportivas, entre otros. (Sustentable, a. A. D. E. M. 2018)

Por su parte, la legislación de Nicaragua define al edificio multifamiliar como:

“Propiedad horizontal, aquella que por disposición de su dueño y reuniendo las características exigidas por la ley, está destinada materialmente a pertenecer a diferentes dueños en secciones independientes que tengan salida a la vía pública directamente o por un pasaje común debiendo tener partes importantes de ella en dominio común indivisible e inseparable que pueda ligar a todos los propietarios o parte de ellos, según el caso” (Decreto 1909, 1971).

Según Rodríguez, Sánchez y García (2019) el desarrollo de viviendas verticales demanda zonas aptas que integren una serie de factores que favorezcan el desarrollo sustentable como los relacionados con la habitabilidad, equidad, economía y medioambiente. Estos espacios se caracterizan por tener proximidad y accesibilidad a rutas de transporte público, calles primarias y secundarias, paradas de autobuses e intersecciones, diferentes sistemas de movilidad, áreas de usos mixtos, distancias caminables a parques, espacios públicos verdes y abiertos; también cercanía a una mayor concentración de actividad urbana, servicios, comercio, áreas de mayor densidad de empleo, de valor medio del suelo, infraestructura, y equipamiento de salud, cultural, recreativo y de servicio, a las líneas principales de distribución de gas natural.

Viabilidad de las viviendas verticales

La literatura relacionada con las construcciones verticales ha abordado la viabilidad de este tipo de recintos tomando en cuenta factores ambientales, económicos y criterios de habitabilidad.

Baena, Tamayo y Barrios (2014) realizaron un análisis comparativo en el que evaluaron la viabilidad técnica y económica en la implementación de sistemas de vivienda de interés social verticales y horizontales en Cartagena, Colombia. Como resultado de la investigación, los autores explican que desde el punto de vista económico entre la vivienda horizontal y vertical no existen diferencias significativas en el costo respecto al metro cuadrado construido, pero resaltan que en circunstancias donde hay mayor integración y consenso de intereses proveniente de actores como: gobiernos, proveedores, constructores y usuarios, el tipo de vivienda vertical ofrece los mayores rendimientos y beneficios, relacionado a un mayor aprovechamiento del terreno, a tal punto que este puede maximizarse mucho más que las soluciones vivienda horizontal por metro cuadrado.

Los autores también retomaron en su estudio, la mano de obra demandada en este tipo de construcciones, encontrando que la vivienda vertical exige una mayor utilización de mano de obra, que se compensa con un sistema de construcción más simple, rápido y de fácil ejecución. En cambio, las unidades de vivienda horizontal exigen una cantidad menor de mano de obra, pero ofrece menos unidades de vivienda construidas por semana.

Por su parte, Rodríguez, Sánchez y García (2019) argumentan que, desde el punto de vista medioambiental, las viviendas verticales presentan mejores condiciones en términos de seguridad de las áreas y protección ante riesgos. Pues se encuentran alejadas de pendientes y áreas propensas a la erosión, arroyos intermitentes. Estas conclusiones se generaron a partir de un modelado de datos estadísticos en Ciudad Juárez, México.

Este estudio, también expone que las viviendas verticales de interés social analizadas cuentan con condiciones que mejoran la calidad de vida de sus habitantes como áreas con mayor valor de suelo, derechos de vía para seguridad y protección de cuerpos de agua, llanuras inundables, drenajes pluviales, principales gas, alcantarillado y líneas eléctricas y rutas de carga.

La habitabilidad es un parámetro de gran valor para analizar las unidades habitacionales. Este término se enfoca en la creación de lugares cotidianos, que transforma el diseño de los espacios públicos (calles, aceras, parques) para alentar el compromiso de la comunidad; una combinación de tipos de edificios para mejorar la accesibilidad y dar cabida a una diversidad de actividades. (Rodríguez, Sánchez y García, 2019)

Relacionado a las características técnicas, Baena, Tamayo, Meza y Barrios (2014) explican que el sistema constructivo vertical es monolítico lo que brinda rigidez al prever la estructura para un evento sísmico. En contraste de este sistema con el de vivienda horizontal, que está compuesto por un sistema aporticado tradicional, con paredes en mampostería y una viga de cimentación. La desventaja del sistema de construcción horizontal es que no cuenta con columnas unidas a las vigas aéreas y a las vigas de cimentación que le brinde mayor rigidez al momento de un evento sísmico. (p.68)

En este tipo de edificaciones, generalmente se puede disfrutar de un paisaje agradable e impactante gracias a su altura y ubicación, además permite una mayor convivencia social vecinal, haciéndola más sólida y estable. Ofrecen una mayor tranquilidad por la vigilancia y seguridad contratada ex profeso. Implican un Régimen de Condominio y Manual de Mantenimiento que, si son efectivamente respetados y llevados a la práctica, permiten una convivencia armónica y tranquila. Cuando son construidos en zonas bien seleccionadas y con una ubicación privilegiada permiten tener muy cerca otros grandes beneficios como son: Escuelas, mercados, lugares de culto religioso, fuentes laborales cercanas, papelerías, guarderías, transporte, etc. aspectos que contribuyen a una elevada plusvalía. (Sustentable, a. A. D. E. M. 2018)

Entre los beneficios que la vivienda vertical produce en el ambiente destacan las densidades mixtas, limpieza de contaminantes, tejados verdes y reciclaje automatizado. Estos espacios permiten la circulación del aire, y con ello la vida social y la vida laboral es más favorable para el habitante. A nivel de energía, se opta por usar iluminación natural y materiales bioluminiscentes, captadores de la luz solar, uso de paneles solares y el aumento de la inercia termina con muros Trombe. (Grupo México Design s.f)

Seguridad física y estructural

La seguridad física y estructural de un edificio es fundamental para garantizar la protección de las personas y los bienes que se encuentran dentro es fundamental para garantizar la protección de las personas y los bienes que se encuentran dentro. Esto involucra elementos como el diseño estructural, el sistema de cimentación, los materiales de construcción, los sistemas de seguridad contra incendios y los sistemas de seguridad estructural. A continuación, muestran más detalles de estos elementos.

- **Diseño estructural:** es uno de los elementos más importantes para garantizar la seguridad física y estructural de un edificio. Según Ching & Binggeli (2018) en su libro "Interior Design Illustrated", el diseño estructural implica considerar las cargas que soportará la estructura del edificio, el tipo de materiales de construcción que se utilizarán, la distribución de los espacios y la capacidad de resistir situaciones de emergencia, como terremotos, huracanes, tornados, incendios, entre otros.
- **Sistema de cimentación:** es el elemento que soporta todo el peso de la estructura del edificio y, por tanto, debe ser adecuada para garantizar la estabilidad y seguridad de la construcción. Según Dowlatabadi (2011), la elección del tipo de cimentación dependerá de factores como el tipo de suelo, la carga que soportará el edificio y las condiciones climáticas.
- **Materiales de construcción:** Los materiales de construcción también son un elemento clave para la seguridad física y estructural de un edificio. Según Neil Sclater en su libro "Building Construction Illustrated", los materiales de construcción deben ser adecuados

para soportar las cargas y las tensiones a las que estarán sometidos, así como resistir situaciones de emergencia como terremotos, incendios y otros desastres naturales (Sclater, 2018).

- **Sistemas de seguridad contra incendios:** Los sistemas de seguridad contra incendios son fundamentales para garantizar la seguridad física de los ocupantes de un edificio. Estos sistemas pueden incluir detectores de humo, sistemas de alarma, extintores, sistemas de rociadores y sistemas de ventilación adecuados.
- **Sistemas de seguridad estructural:** Además de los sistemas de seguridad contra incendios, los edificios también deben contar con sistemas de seguridad estructural para garantizar la estabilidad en caso de situaciones de emergencia. Estos sistemas pueden incluir sistemas de refuerzo estructural, sistemas de protección sísmica, sistemas de drenaje, entre otros.

Diseño estructural

El diseño estructural de viviendas multifamiliares en edificios verticales es un tema de gran importancia en la ingeniería civil y la arquitectura, ya que permite garantizar la estabilidad y seguridad de las construcciones y la protección de las personas y bienes que se encuentran en ellas.

Uno de los principales avances en el diseño estructural de viviendas multifamiliares en edificios verticales es la implementación de tecnologías de modelado y simulación por computadora, que permiten analizar de manera precisa y eficiente el comportamiento de las estructuras ante diferentes cargas y situaciones de emergencia. Según Obando (2016), en su libro "Diseño y construcción de edificios de viviendas multifamiliares", el uso de herramientas de modelado y simulación ha permitido una mayor precisión en el cálculo de cargas y en la identificación de los puntos críticos de la estructura.

Otro avance importante en este tipo de edificaciones es la utilización de materiales de construcción innovadores y técnicas modernas de construcción. Según Estévez (2019), la incorporación de materiales como el concreto de alta resistencia y el acero de alta resistencia ha

permitido la construcción de edificios más altos y resistentes. Asimismo, técnicas modernas como el uso de grúas de construcción y sistemas prefabricados de construcción han optimizado el proceso de construcción y reducido los tiempos de ejecución.

A estos elementos se les suma la consideración de los efectos del viento y las fuerzas sísmicas en la estructura del edificio. Según Blume, Menegotto & Hognestad (1970) en su libro "Diseño estructural para arquitectos", el análisis de las cargas dinámicas en la estructura es fundamental para garantizar la estabilidad y seguridad del edificio en situaciones de emergencia. En este sentido, técnicas modernas como la utilización de sistemas de amortiguamiento de masa sintonizada (TMD) y la implementación de sistemas de refuerzo estructural han permitido una mayor resistencia y seguridad en los edificios.

Por último, es importante considerar la incorporación de sistemas de monitoreo y control estructural. Según Zhiqiang Zhang en su artículo "Sistemas de monitoreo y control estructural en edificios altos", la implementación de sistemas de monitoreo y control en tiempo real permite detectar de manera temprana cualquier anomalía en la estructura del edificio y tomar medidas preventivas para evitar situaciones de emergencia (Zhang, 2017).

Arévalo & Casas (2018) realizaron un análisis sobre la seguridad estructural de los edificios de vivienda multifamiliar de baja altura en la ciudad de Bogotá. Para llevar a cabo este análisis, los autores recolectaron información sobre los edificios, realizaron visitas y llevaron a cabo pruebas de laboratorio en muestras de los materiales de construcción utilizados. Los resultados indicaron que la mayoría de los edificios estudiados cumplen con los requisitos mínimos de seguridad estructural establecidos en las normas colombianas, aunque se encontraron algunas deficiencias en algunos de ellos, especialmente en cuanto a la calidad de los materiales utilizados. En general, el artículo concluye que es importante que se sigan llevando a cabo inspecciones regulares de los edificios de vivienda multifamiliar para garantizar la seguridad de los habitantes y se sugieren algunas recomendaciones para mejorar la seguridad estructural de estos edificios en el futuro.

Entre las recomendaciones de los autores destacan las siguientes:

- Implementar un plan de mantenimiento preventivo regular para los edificios, que incluya la inspección periódica de la estructura y los materiales utilizados.
- Establecer un sistema de seguimiento y monitoreo de la calidad de los materiales de construcción utilizados en los edificios.
- Realizar estudios más detallados sobre la calidad de los materiales de construcción utilizados en los edificios de vivienda multifamiliar, especialmente en aquellos que presentan deficiencias estructurales.
- Fortalecer la regulación y el control sobre la calidad de los materiales de construcción utilizados en los edificios.

Por su parte, Gómez, Escamilla y Mendoza (2016) presentaron un análisis detallado sobre los aspectos relevantes en el diseño estructural de edificios de vivienda multifamiliar de gran altura; en el artículo destacan los principales desafíos y preocupaciones en la construcción de edificios de gran altura, como la estabilidad lateral y la seguridad estructural. Entre las recomendaciones de estas especialistas enfocadas en las mejoras de la eficiencia y la seguridad estructural de los edificios de vivienda multifamiliar de gran altura, sobresale la necesidad de una planificación cuidadosa, la selección adecuada de materiales y sistemas estructurales, y la implementación de técnicas avanzadas de monitoreo y control estructural.

Sistema de cimentación

El sistema de cimentación en edificios verticales es una de las partes fundamentales en la construcción de viviendas multifamiliares. Según Alva (2013), la cimentación se define como el conjunto de elementos que transmiten las cargas de la estructura al suelo de una manera uniforme y segura, evitando asentamientos o movimientos excesivos. Una buena cimentación es importante para garantizar la estabilidad, seguridad y durabilidad del edificio (Pérez, 2014).

En la selección del sistema de cimentación, los arquitectos deben tomar en cuenta varios factores, como el tipo de suelo y las cargas a soportar (Alva, 2013). Según Córdova (2019), la elección del tipo de cimentación depende del tipo de suelo, la profundidad del suelo y la cantidad de carga que debe soportar. Por lo tanto, es importante realizar estudios geotécnicos previos para elegir el tipo de cimentación más adecuado para cada proyecto (Valenzuela, 2016).

Los arquitectos también deben tener en cuenta el diseño sísmico en la selección del sistema de cimentación, ya que las viviendas multifamiliares en edificios verticales están más expuestas a las fuerzas sísmicas debido a su altura (Córdova, 2019). Según Valenzuela (2016), las cimentaciones deben ser lo suficientemente resistentes y flexibles para soportar cargas y deformaciones durante los terremotos.

En un país, como Nicaragua, donde los eventos sísmicos son frecuentes, el sistema de cimentación de viviendas multifamiliares verticales debe estar diseñado para resistir las fuerzas sísmicas y evitar el colapso de la estructura en un evento de este tipo. Por lo tanto, algunos elementos que deben considerarse según la literatura son:

- El tipo de suelo: es un factor importante en el diseño del sistema de cimentación ya que el tipo de suelo puede influir en la estabilidad de la estructura durante un sismo. Es necesario realizar estudios geotécnicos para evaluar la capacidad del suelo para soportar la carga de la estructura.
- La profundidad de la cimentación: es crucial para garantizar la estabilidad y la resistencia del edificio en caso de un terremoto. El sistema de cimentación debe ser lo suficientemente profundo para anclar la estructura al suelo firme y resistir las fuerzas sísmicas.
- La rigidez del sistema de cimentación: es importante que el sistema de cimentación tenga la rigidez adecuada para minimizar el desplazamiento horizontal durante un terremoto. Se pueden utilizar diferentes técnicas como la construcción de muros de contención, pilotes de acero o concreto armado, entre otros.

- Los sistemas de refuerzo: Los sistemas de refuerzo, como las vigas de refuerzo, los muros de refuerzo y las losas de refuerzo, pueden utilizarse para mejorar la resistencia sísmica de la estructura y garantizar la seguridad de los ocupantes.

Materiales para la construcción vertical

El material de construcción es una materia prima o, con más frecuencia, un producto elaborado empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil. Actualmente ocurre una gran transformación en las edificaciones dentro de las zonas urbanas, la construcción de edificios verticales obliga la búsqueda de técnicas, materiales, nuevos conceptos estructurales y procedimientos constructivos más eficientes, que logren reducir costos y aumentar la velocidad de construcción.

Gómez, Escamilla y Mendoza (2016) destacan la importancia de la elección de materiales resistentes y duraderos, que puedan soportar cargas significativas sin sufrir daños o deformaciones excesivas. Igualmente, es necesario seleccionar materiales que sean resistentes al fuego, a la corrosión y a otros factores ambientales, y que a su vez sean eficientes en términos de costo y energía.

Los autores hacen referencia a la utilización de materiales avanzados, como el concreto de alta resistencia y el acero de alta resistencia, que ofrecen mejores propiedades mecánicas y permiten la construcción de edificios más altos y delgados. Finalmente, los investigadores describen que para garantizar la seguridad estructural del edificio y minimizar el riesgo de fallas o colapsos importante contar con materiales de calidad e inspecciones rigurosas en los materiales utilizados en la construcción.

Acero, hormigón y madera son tres de los más versátiles materiales para la construcción de un edificio en altura, pero existen muchos más, incluyendo materiales compuestos y plásticos. De acuerdo con el organismo mundial sobre edificios altos (CTBUH, por sus siglas en inglés) se considera que un edificio alto es el que tiene más de 200 metros de elevación. Un edificio súper

alto es el que tiene una altura mayor a 300 metros y uno mayor a 600 metros es considerado un edificio muy alto.

Esto es importante saberlo ya que conociendo la altura del edificio se puede estimar cuánto va a pesar y la cantidad de peso que tendrá que soportar en cada piso. Así que se puede comenzar a diseñar algún tipo de una estructura que apoye tanto peso para esa altura. Es ahí cuando se buscan los materiales adecuados que den solución al problema.

Lo más usado para construcciones verticales son acero y hormigón para las partes estructurales del edificio (en la que se apoya el peso). En la selección de materiales también es recomendable siempre buscar el confort necesario para las personas. El hormigón ha ofrecido por décadas la posibilidad de dar forma a las ciudades de forma rápida y efectiva, se ha usado para grandes estructuras, porque es fuerte, duradero, resistente al agua, a prueba de fuego, relativamente barato y fácil de moldear tanto en formas curvas como rectas, e igual dar diferentes acabados.

Hoy día se puede bombear el concreto a alturas por encima de 600 metros, sin que pierda sus propiedades mecánicas. Todo esto ha dado como resultado que actualmente se puedan proyectar y construir edificios altos y súper altos en concreto reforzado.

Otro material que es de gran uso en las construcciones verticales es el acero, las estructuras de acero son, por lo general, más ligeras que las realizadas con otros materiales; esto supone menor coste en la cimentación, sobre todo en lugares con un suelo de mala calidad. Para edificios con un gran número de columnas, el acero es la única solución viable.

Dentro de los materiales compuestos, los más utilizados son, sin lugar a dudas, los formados por refuerzos de fibra de vidrio estos presentan usos más generales, y su principal aplicación se encuentra en la construcción (elementos no estructurales) (Revuelta, 2004-2).

Para elementos exteriores de edificios, los materiales compuestos pueden estar presentes en columnas, frontones, bóvedas, cornisas, así como en revestimientos y coberturas para paneles de protección y aislamiento, letreros y láminas translúcidas planas u onduladas (sistemas para fachadas decorativas, para cubiertas, etc.).

Las renovaciones de fachadas con la utilización de materiales compuestos de fibras de vidrio contribuyen para mejorar la apariencia de edificios, aislantes externos, coberturas de fachadas, donde la estabilidad dimensional y prevención contra hendiduras se hacen necesarios (Mansó, 2004).

La madera y ladrillo son materiales con los cuales se está innovando ya que han mostrado que permiten una mayor eficiencia adaptándose, al mismo tiempo, a las nuevas tecnologías y la digitalización.

Las maderas de ingeniería, como la madera laminada cruzada (CLT) o la madera laminada encolada (Glulam), es adecuado para su uso en vigas, pilares, pérgolas, techos, pasillos, escaleras, paneles y revestimientos, una de las grandes ventajas de este tipo de madera estructural es la facilidad con la que puede producir formas arqueadas o curvas en vigas o pilares entre otras.

Propiedades de materiales utilizados construcciones verticales

Las principales propiedades generales hormigón son:

Tabla 2 PROPIEDADES DEL HORMIGÓN

Trabajabilidad	Homogeneidad	Resistencia Mecánica	Permeabilidad	Durabilidad
Facilidad con la que puede distribuirse el Hormigón dentro de los encofrados. Debe tener la necesaria consistencia, para lo cual afectarán: la cantidad de agua, la forma y medida de los áridos, la cantidad de cemento, la existencia de aditivos, y la presencia de cenizas.	Ocurre cuando el material tiene las mismas propiedades en todos los puntos. En el hormigón se consigue mediante un buen amasado.	Es la capacidad que tiene el Hormigón para soportar las cargas que se apliquen sin agrietarse o romperse.	Es la capacidad de un material de ser atravesado por líquidos o gases. La impermeabilidad del hormigón es importante para su resistencia a los ataques químicos. Esta impermeabilidad depende en parte del exceso de agua en el amasado y del posterior curado del hormigón.	Es la capacidad para resistir el paso del tiempo.

Fuente: *Elaboración propia con datos de Mansó 2004*

Las propiedades del acero más importantes son:

- La confortabilidad
- Durabilidad
- Resistencia a la tracción
- Buena conductividad térmica

Las propiedades más importantes de la madera son:

- Dimensiones únicas: gracias a su alta capacidad de carga y bajo peso, Glulam permite cubrir grandes luces con componentes pequeños. Puede abarcar tramos de hasta 100 metros sin soporte intermedio.
- Resistencia: resiste satisfactoriamente a varios productos químicos. También presenta un alto rendimiento frente a los cambios de humedad, como deformaciones y/o torsiones.
- Flexibilidad: puede reproducir formas curvas, arqueadas y plegadas con bastante facilidad. También se pueden diseñar piezas que no sigan necesariamente la geometría del tronco del árbol.
- Alta resistencia al fuego: las estructuras hechas de madera laminada encolada son más seguras que el acero, cuando no está protegido. Esto se debe a que se forma una capa carbonizada alrededor del núcleo, disminuyendo el consumo de oxígeno y retardando su combustión.
- Ligereza: esta característica facilita el mantenimiento y los pasos de montaje/desmontaje.

Sistema de seguridad contra incendios

La seguridad contra incendios en edificios multifamiliares es una de las preocupaciones más importantes de los arquitectos y diseñadores de edificios. En este apartado se explicará qué es un sistema de seguridad contra incendios, cómo se ha modernizado con el tiempo y cuáles son los sistemas de seguridad contra incendios más modernos que pueden utilizarse en viviendas multifamiliares verticales. Además, se analizará cómo la domótica puede ayudar en casos de incendios en viviendas multifamiliares.

Un sistema de seguridad contra incendios es un conjunto de dispositivos y técnicas diseñados para detectar, alertar y prevenir la propagación del fuego en un edificio. Los sistemas de seguridad contra incendios están diseñados para salvar vidas y proteger la propiedad. Los sistemas pueden incluir detectores de humo, sistemas de alarma contra incendios, sistemas de extinción de incendios, sistemas de ventilación, entre otros (García & Duque, 2015).

Según la National Fire Protection Association (2018), los sistemas contra incendios en edificios verticales comenzaron a implementarse a partir del gran incendio de Chicago en 1871, el cual destruyó gran parte de la ciudad. A raíz de este evento se comenzó a tomar en serio la importancia de tener sistemas de protección contra incendios en edificios altos. Desde entonces, los códigos de construcción han evolucionado para incluir requisitos específicos de seguridad contra incendios para edificios de este tipo.

Los primeros sistemas contra incendios en edificios verticales eran muy básicos y consistían principalmente en extintores portátiles y cubos de agua en cada piso para que los ocupantes del edificio pudieran usarlos en caso de emergencia. También se utilizaban campanas de alarma y señalizaciones para indicar la ubicación del fuego y la ruta de escape. Con el tiempo, se desarrollaron sistemas más sofisticados, como rociadores automáticos, sistemas de detección de humo y alarmas conectadas a estaciones de bomberos (Drysdale & Meacham, 2001).

Los sistemas de detección de incendios ahora son más sensibles y pueden detectar humo y fuego a una distancia mayor. Los sistemas de extinción de incendios son más efectivos y utilizan tecnología avanzada para extinguir el fuego de manera más rápida y eficiente.

Los sistemas de seguridad contra incendios más modernos incluyen sistemas de supresión de incendios con agentes limpios, que utilizan agentes extintores que no dañan los equipos electrónicos y no dejan residuos. También existen sistemas de pulverización de agua de alta presión que son capaces de extinguir incendios en espacios confinados y sistemas de rociadores automáticos que pueden detectar y extinguir el fuego antes de que se propague.

Bilchitz (2019) investigó sobre las barreras para la adquisición de sistemas contra incendios en América Latina y otras regiones en vías de desarrollo e identificó cuatro limitantes que se muestran a continuación:

- **Costos:** La adquisición e instalación de sistemas contra incendios modernos puede resultar costosa, lo que hace que muchas empresas o edificios de viviendas no estén dispuestos o no tengan la capacidad económica para invertir en ellos.
- **Falta de regulaciones:** En algunos países de América Latina, las regulaciones de seguridad contra incendios no son tan estrictas o no se aplican adecuadamente, lo que puede resultar en la falta de incentivos para invertir en sistemas contra incendios modernos.
- **Falta de conciencia:** En algunos casos, los propietarios o administradores de edificios no son conscientes de la importancia de contar con sistemas contra incendios modernos, lo que lleva a que no se invierta en ellos.
- **Falta de capacitación:** La falta de capacitación adecuada en el uso y mantenimiento de sistemas contra incendios modernos puede limitar su efectividad y reducir su vida útil, lo que desincentiva su adquisición.

La domótica, también conocida como automatización del hogar, puede ser utilizada para mejorar la seguridad contra incendios en viviendas multifamiliares. Los sistemas de domótica pueden monitorear y controlar los sistemas de seguridad contra incendios, proporcionando una respuesta rápida y efectiva en caso de incendio. Por ejemplo, los sistemas de domótica pueden cerrar automáticamente las puertas de los departamentos y dirigir a los residentes hacia las escaleras de emergencia (Gómez, Escamilla & Mendoza, 2016).

Sistemas de seguridad estructural

La seguridad estructural en edificios de viviendas verticales es un aspecto clave a considerar durante el proceso de diseño y construcción de este tipo de edificios. Se refiere a la capacidad de la estructura para resistir cargas y fuerzas externas, como sismos, vientos y cargas de viento, sin colapsar. Según Nakaki & Noguchi (2017), un buen sistema de seguridad estructural en edificios de viviendas verticales debe ser capaz de garantizar la estabilidad del edificio y la seguridad de sus ocupantes en caso de situaciones de emergencia.

Las características de un buen sistema de seguridad estructural incluyen la capacidad de resistir cargas horizontales, la capacidad de absorber energía, la capacidad de disipar la energía sísmica y la capacidad de mantener la integridad estructural. Estas características se logran mediante el uso de materiales y técnicas de construcción adecuadas, como el uso de materiales resistentes y la adopción de sistemas de refuerzo y anclaje (Kumar, 2016). La falta de sistemas de seguridad estructural adecuados puede provocar la pérdida de vidas y bienes materiales en caso de desastres naturales o fallas en la estructura. La adopción de sistemas de seguridad estructural puede reducir estos riesgos, evitando el colapso de la estructura y minimizando los daños.

En el caso de viviendas multifamiliares verticales, los sistemas de seguridad estructural deben tener en cuenta las particularidades de este tipo de edificios, como la altura y la distribución de las cargas. Esto puede incluir el uso de sistemas de refuerzo de hormigón armado, la adopción de sistemas de aislamiento sísmico y el uso de materiales resistentes al fuego.

De acuerdo a Ródenas & Palermo (2007), los sistemas de aislamiento sísmico son elementos estructurales que se utilizan para reducir la transmisión de las fuerzas sísmicas de la estructura al suelo durante un terremoto. Estos sistemas tienen como objetivo proteger a la estructura y a sus ocupantes al disminuir las fuerzas dinámicas y las aceleraciones sísmicas a las que está sometida la estructura.

El aislamiento sísmico se ha utilizado en la construcción de edificios desde la década de 1970 y ha evolucionado significativamente en los últimos años gracias al desarrollo de nuevos materiales y tecnologías. Los sistemas de aislamiento sísmico se clasifican en dos tipos: pasivos y activos. Los sistemas pasivos incluyen el uso de materiales con propiedades de amortiguación y disipación de energía, como el caucho o los amortiguadores de fricción. Los sistemas activos utilizan dispositivos electromecánicos que se activan durante un terremoto para reducir la energía sísmica transmitida a la estructura Smith & Jones (2020).

Gómez& Sánchez-Silva (2019) afirman que un buen sistema de aislamiento sísmico debe tener varias características importantes. En primer lugar, debe ser capaz de soportar las cargas gravitatorias y las cargas sísmicas a las que se somete la estructura durante un terremoto. También debe ser capaz de acomodar la deformación de la estructura sin sufrir daños significativos. Además, el sistema de aislamiento sísmico debe ser compatible con el resto de la estructura y con los materiales de construcción utilizados en la misma.

Sostenibilidad y optimización de recursos

La sostenibilidad y optimización de recursos en la construcción de viviendas multifamiliares en edificios verticales en América Latina es un tema de gran importancia debido al crecimiento urbano acelerado en la región, el cual demanda una construcción eficiente y sostenible que permita una mejora en la calidad de vida de sus habitantes y reduzca el impacto ambiental. En este sentido, se han desarrollado diversas estrategias y herramientas que buscan maximizar el uso de recursos y minimizar el impacto ambiental en la construcción y operación de edificios.

La sostenibilidad en la construcción de edificios se basa en la utilización eficiente de los recursos naturales, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la minimización de residuos y la utilización de materiales sostenibles. En este sentido, autores como Barrios et al. (2019) y Schiler et al. (2019) señalan la importancia de implementar estrategias de diseño bioclimático, uso eficiente del agua, selección de materiales de construcción y la utilización de tecnologías limpias y renovables en la construcción y operación de edificios sostenibles.

Giraldo y Londoño (2017) señalan que la sostenibilidad en la construcción de edificios multifamiliares implica el uso de materiales y tecnologías que reduzcan el impacto ambiental y promuevan la eficiencia energética. Los autores indican que la selección de materiales y sistemas constructivos debe realizarse considerando su ciclo de vida y su capacidad de reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

Por otro lado, la optimización de recursos en la construcción de viviendas multifamiliares en edificios verticales implica el uso eficiente de los espacios y la planificación cuidadosa de los servicios y sistemas. En este sentido, autores como La Roche et al. (2016) y Carmona et al. (2019) destacan la importancia de la utilización de estrategias de diseño espacial que permitan maximizar la funcionalidad de los espacios comunes, la optimización de los sistemas de ventilación y la iluminación natural, así como la implementación de sistemas de gestión de residuos y de consumo energético.

Por su parte, Palencia y Sarasty (2018) destacan la importancia de diseñar edificios sostenibles en América Latina debido a los desafíos climáticos y ambientales que enfrenta la región. Los autores señalan que el diseño de edificios sostenibles debe considerar aspectos como la ventilación natural, la iluminación eficiente y el uso de materiales locales y renovables.

Quiroz y Villanueva (2019) realizaron un estudio de caso en Bogotá, Colombia, para analizar la optimización energética de edificios multifamiliares. Los autores señalan que la implementación de sistemas de energía renovable, la gestión eficiente de residuos y el uso de materiales sostenibles son estrategias clave para lograr una construcción más sostenible y eficiente en el uso de recursos.

Según el artículo de Serrano, González y Blanco (2018), los factores clave para la sostenibilidad de los edificios residenciales multifamiliares en América Latina incluyen:

- Diseño bioclimático: La incorporación de estrategias bioclimáticas adecuadas para el clima de la región puede reducir significativamente el consumo de energía y recursos en el edificio.
- Selección de materiales sostenibles: La elección de materiales de construcción y acabados sostenibles y reciclables puede reducir el impacto ambiental del edificio.

- Gestión de residuos: La implementación de sistemas de separación y reciclaje de residuos en el edificio puede reducir la cantidad de residuos que se envían a los vertederos.
- Eficiencia energética: La implementación de sistemas de iluminación y climatización eficientes, así como la utilización de energías renovables, puede reducir significativamente el consumo de energía del edificio.
- Conciencia social: La educación y la conciencia social son fundamentales para lograr la sostenibilidad en edificios multifamiliares, ya que promueven la adopción de prácticas sostenibles y fomentan una cultura de sostenibilidad en la comunidad.

Según Sotomayor (2017), las tendencias en el diseño sostenible de edificios de vivienda en América Latina se centran en la implementación de tecnologías y sistemas que permitan el ahorro de energía, la utilización de materiales y sistemas de construcción sostenibles, el uso de estrategias de diseño bioclimático, la maximización del uso de recursos renovables, la gestión de residuos, el uso de sistemas de transporte eficientes y la implementación de tecnologías de la información y comunicación para el monitoreo y control del consumo de energía y agua. Además, se busca fomentar la creación de espacios verdes y la incorporación de la naturaleza en el diseño de los edificios para mejorar la calidad de vida de los residentes.

Asimismo, la certificación de edificios sostenibles se ha convertido en una herramienta importante para la evaluación y promoción de la sostenibilidad en la construcción de edificios. Autores como Arbeláez et al. (2019) y Herrera et al. (2020) señalan la importancia de la certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) en la evaluación de la sostenibilidad de edificios, la cual se basa en criterios como el uso eficiente del agua y la energía, la selección de materiales sostenibles, la calidad del aire interior y la gestión de residuos.

Por último, la participación activa de los usuarios de los edificios en la gestión y operación de los mismos es un factor clave para garantizar la sostenibilidad y optimización de recursos en la construcción de viviendas multifamiliares en edificios verticales. Autores como Bernal et al. (2017) y Pardo et al. (2018) destacan la importancia de la sensibilización y educación ambiental

de los usuarios para garantizar una gestión eficiente de los recursos y la implementación de prácticas sostenibles en la operación de los edificios.

La adopción de certificaciones de sostenibilidad en la construcción de edificios ha sido un tema de debate en la industria, y existen diferentes razones por las cuales las firmas de construcción pueden resistirse a adoptarlas.

Rami, Al-Saleh & Al-Jarallah (2020) examinaron las barreras y los impulsores de la adopción de edificios verdes en los países del Consejo de Cooperación del Golfo (CCG). Entre las barreras identificadas se encuentran el alto costo inicial, la falta de conocimientos técnicos y de habilidades, la falta de incentivos gubernamentales y la falta de demanda de los consumidores. Para abordar estas barreras, los autores sugieren la necesidad de desarrollar incentivos financieros y fiscales, proporcionar capacitación y educación para el personal y los consumidores, y mejorar la conciencia pública sobre la sostenibilidad.

Por su parte, Asif, Memon & Hassan (2017) exploraron las barreras a la adopción de edificios verdes en Pakistán. Las barreras identificadas incluyen la falta de conciencia sobre los beneficios de la construcción verde, la falta de incentivos gubernamentales y la falta de financiamiento disponible para proyectos de construcción verde. Los autores sugieren que para mejorar la adopción de edificios verdes en países en desarrollo como Pakistán, es necesario mejorar la educación y la conciencia sobre los beneficios de la construcción verde, proporcionar incentivos financieros y fiscales, y mejorar la disponibilidad de financiamiento para proyectos de construcción verde.

Otros autores como Hsu, Chen & Lu (2019) estudiaron la influencia de las políticas gubernamentales y los mecanismos de mercado en la difusión de edificios verdes en Taiwán. Los autores encuentran que, aunque las políticas gubernamentales son importantes para promover la adopción de edificios verdes, los mecanismos de mercado, como la certificación de edificios verdes y la demanda del mercado, también son factores clave en la adopción de edificios verdes.

Para mejorar la adopción de edificios verdes, los autores sugieren la necesidad de mejorar la calidad de los edificios verdes, desarrollar programas de incentivos para promover la adopción de edificios verdes y mejorar la educación y la conciencia sobre los beneficios de la construcción verde.

Para mejorar la situación, las empresas pueden tomar diversas medidas. Una de ellas es invertir en capacitación y sensibilización de los trabajadores y directivos en cuanto a la importancia de la sostenibilidad en la construcción. Otra medida sería la implementación de incentivos económicos y fiscales que favorezcan la adopción de prácticas sostenibles. Además, la creación de políticas públicas que fomenten la sostenibilidad en la construcción, como la obligatoriedad de la certificación de edificios sostenibles, puede ser un gran paso en la dirección correcta. Finalmente, la colaboración y el trabajo en red entre empresas y organizaciones del sector también pueden ayudar a mejorar la adopción de certificaciones de sostenibilidad en la construcción.

Eficiencia energética

De acuerdo a la literaruta consultada existen diversas tecnologías que pueden contribuir a la eficiencia energética en edificios de viviendas multifamiliares verticales. Sin embargo, la selección de la tecnología más adecuada dependerá de factores como el clima, el presupuesto, las condiciones del terreno, entre otros. A continuación, se presentan algunas tecnologías que pueden ser consideradas:

- Paneles solares: la energía solar puede ser aprovechada para generar electricidad y agua caliente sanitaria, reduciendo el consumo de energía proveniente de la red. Los paneles solares pueden ser instalados en la cubierta del edificio o en fachadas que reciban una adecuada radiación solar.

- Sistemas de iluminación eficiente: el uso de tecnologías LED y sensores de presencia puede contribuir a reducir el consumo energético en iluminación, asegurando una iluminación adecuada en los espacios interiores y exteriores del edificio.
- Sistemas de climatización eficiente: la climatización es uno de los principales consumidores de energía en los edificios. Los sistemas de climatización eficientes, como los sistemas de bomba de calor, pueden contribuir a reducir el consumo de energía en este rubro.
- Sistemas de recuperación de energía: estos sistemas permiten recuperar la energía del aire de ventilación para precalentar o enfriar el aire de admisión, reduciendo la necesidad de climatización y, por lo tanto, el consumo energético.

Movilidad y Calidad de vida

La movilidad sostenible en las ciudades es una de las principales preocupaciones en la actualidad debido a su relación con la calidad de vida de las personas. En este sentido, las viviendas multifamiliares verticales pueden ser una solución para mejorar la movilidad y la calidad de vida de sus habitantes, mediante el uso eficiente de los espacios y la implementación de estrategias de transporte sostenible.

La movilidad sostenible es un concepto que se refiere al diseño y la implementación de políticas y estrategias para promover el transporte urbano y la movilidad de las personas de manera eficiente, segura y ambientalmente sostenible. Según la Comisión Europea (2019), la movilidad sostenible se basa en tres pilares principales: la mejora de la eficiencia energética y la reducción de emisiones contaminantes, la promoción de formas de transporte más saludables y seguras, y la gestión eficiente del tráfico y la movilidad en las ciudades.

De acuerdo con Gómez y Arango (2018), la movilidad sostenible implica la integración de diferentes modos de transporte, como caminar, andar en bicicleta, usar el transporte público y compartir vehículos, con el objetivo de reducir la dependencia del automóvil y mejorar la accesibilidad y la calidad de vida en las ciudades. Asimismo, la movilidad sostenible también se

relaciona con el uso eficiente del espacio urbano, la reducción de la congestión vehicular y la disminución de los niveles de ruido y contaminación del aire.

Tanto la movilidad sostenible como con la construcción sostenible se encuentran vinculados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El objetivo 11 de los ODS se enfoca en "lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles". Dentro de este objetivo, se encuentran diversas metas relacionadas con la movilidad sostenible, como la mejora del transporte público, la promoción del uso de medios de transporte no motorizados y la reducción de la contaminación del aire urbano. Avanzar en esta área es importante porque más del 50% de la población mundial vive en zonas urbanas, y estas áreas concentran importantes desafíos y oportunidades para lograr un desarrollo sostenible a nivel local y global.

Por otro lado, el objetivo 9 de los ODS se enfoca en "construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación". Dentro de este objetivo, se encuentran diversas metas relacionadas con la construcción sostenible, como la promoción de prácticas de construcción sostenibles, la mejora del acceso a servicios básicos en asentamientos informales y la reducción del impacto ambiental de la construcción. Este objetivo es importante ya que la infraestructura es un elemento clave para el desarrollo económico y social de un país, y debe ser sostenible y resiliente para asegurar la continuidad y el crecimiento de las actividades humanas.

Para medir el progreso hacia los ODS 9 y 11, se utilizan varios indicadores que miden diferentes aspectos de la sostenibilidad de la infraestructura y la urbanización. A continuación, se presentan algunos ejemplos de avances y países que han destacado en estos objetivos:

- En el ODS 9, se ha avanzado en la mejora de la conectividad y el acceso a tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Según el Informe de los ODS 2021 de la ONU, la proporción de la población mundial con acceso a internet ha aumentado del 18% en 2005

al 51% en 2019. Asimismo, varios países han destacado en la innovación tecnológica, como Corea del Sur, Singapur y Suiza, que se encuentran en los primeros puestos del Índice de Innovación Global 2020.

- En el ODS 11, se ha avanzado en la mejora de la calidad de vida en las ciudades y la reducción del impacto ambiental de la urbanización. Según el Informe de los ODS 2021, el 56% de la población mundial vive en ciudades y se espera que esta proporción aumente al 68% en 2050. Sin embargo, varios países han logrado mejorar la calidad de vida en las ciudades a través de políticas de transporte sostenible, como los Países Bajos, que tienen una de las redes de ciclovías más extensas del mundo y un sistema de transporte público altamente eficiente.
- Otro ejemplo de país que ha destacado en los ODS 9 y 11 es España. En el Informe de los ODS 2021, España aparece como uno de los países que ha mejorado en ambos objetivos en los últimos años. En el ODS 9, España ha mejorado en la inversión en investigación y desarrollo y en la adopción de tecnologías de la información y la comunicación. En el ODS 11, España ha mejorado en la accesibilidad de la vivienda, la calidad del transporte público y la reducción de la contaminación del aire en las ciudades.

La movilidad sostenible en viviendas multifamiliares verticales se puede lograr a través de la implementación de diferentes estrategias de transporte sostenible, como el uso de bicicletas, vehículos eléctricos compartidos y transporte público eficiente. En este sentido, el diseño de las viviendas puede incluir espacios para almacenamiento de bicicletas y puntos de recarga eléctrica para vehículos, así como la ubicación estratégica de paradas de transporte público cercanas.

Además, se pueden implementar programas de fomento al uso de la bicicleta y al transporte público entre los habitantes de las viviendas, así como incentivos para la adquisición de vehículos eléctricos compartidos. De esta forma, se promueve la movilidad sostenible y se reduce el uso de vehículos particulares, disminuyendo así la contaminación y el tráfico en las ciudades.

La implementación de estrategias de transporte sostenible y uso ecológico de los espacios en viviendas multifamiliares verticales puede generar importantes beneficios para la calidad de vida de sus habitantes. Entre estos beneficios, se pueden mencionar:

- Mejora de la salud y bienestar de los habitantes al promover el uso de la bicicleta y transporte público y reducir el uso de vehículos particulares.
- Reducción de los costos de transporte y ahorro en los costos de energía y agua.
- Disminución del impacto ambiental de las viviendas.
- Mejora de la calidad del aire y reducción del ruido en las ciudades.

Casos exitosos de viviendas multifamiliares en edificios verticales sostenibles

Bosco Verticale, Milán, Italia: Este complejo de dos torres cuenta con más de 900 árboles y 2,000 plantas que ayudan a purificar el aire y reducir la contaminación en la ciudad. Además, el edificio cuenta con estaciones de carga para vehículos eléctricos y está ubicado cerca de una estación de metro.

Ilustración 7 BOSCO VERTICALE. ITALIA



Fuente: *Italia.it*

BedZED, Londres, Reino Unido: Este complejo de viviendas es considerado uno de los primeros ejemplos de construcción sostenible en Europa. Cuenta con sistemas de energía renovable, transporte público cercano y bicicletas compartidas para los residentes.

Ilustración 8 BEDZED/LONDRES, REINO UNIDO



Fuente: *Ecosistema urbano*

The House at Cornell Tech, Nueva York, EE. UU.: Este edificio de apartamentos está diseñado para fomentar la vida en comunidad y el transporte sostenible. Cuenta con estacionamiento para bicicletas, una flota de vehículos eléctricos compartidos y está ubicado cerca de una estación de metro y varias paradas de autobuses.

Ilustración 9 THE HOUSE AT CORNELL TECH/ NUEVA YORK, EE. UU



Fuente: *Handel Architects*

The Interlace, Singapur: Este complejo de apartamentos cuenta con una serie de jardines en terrazas que ayudan a reducir la temperatura en el interior de los apartamentos y mejoran la calidad del aire. Además, cuenta con una estación de metro cercana y está ubicado cerca de varias rutas de autobuses.

Ilustración 10 THE INTERLACE/ SINGAPUR



Fuente: *Büro Ole Scheeren*

Ilustración 11 VISTA AEREA DE THE INTERLACE/ SINGAPUR



Fuente: Arch Daily

Uso ecológico de los espacios en viviendas multifamiliares

Otro aspecto importante en la relación entre movilidad y calidad de vida en viviendas multifamiliares es el uso ecológico de los espacios. En este sentido, el diseño de las viviendas debe contemplar la optimización de los espacios comunes y la implementación de estrategias para el ahorro de agua y energía.

Entre estas estrategias, se pueden incluir sistemas de iluminación y ventilación natural, así como el uso de tecnologías sostenibles como paneles solares y sistemas de recolección de agua de lluvia. De esta forma, se reducen los costos de energía y agua y se disminuye el impacto ambiental de las viviendas.

Para garantizar una mayor sostenibilidad en edificios de viviendas multifamiliares, existen varios criterios de diseño arquitectónico relevantes que se deben tener en cuenta. A continuación, se describen algunos de ellos:

- Ventilación: la ventilación es un factor clave para la sostenibilidad en edificios de viviendas multifamiliares, ya que permite mantener una buena calidad del aire interior y reducir la necesidad de sistemas de climatización artificiales. En este sentido, es importante que los edificios cuenten con ventilación natural a través de aberturas en las fachadas y sistemas de ventilación cruzada.
- Iluminación: la iluminación natural es otro factor clave para la sostenibilidad en edificios de viviendas multifamiliares, ya que reduce la necesidad de iluminación artificial y el consumo de energía asociado. Es importante que los edificios cuenten con aberturas en las fachadas que permitan el paso de la luz natural, así como con sistemas de sombreamiento que eviten el sobrecalentamiento.
- Comfort: el confort de los usuarios es un factor importante en el diseño de edificios de viviendas multifamiliares, ya que tiene un impacto directo en su bienestar y calidad de vida. En este sentido, es importante que los edificios cuenten con espacios comunes adecuados, zonas verdes, y sistemas de gestión de residuos que permitan una vida confortable y saludable para los usuarios.

Es importante integrar la vegetación en el diseño de interiores de edificios de viviendas multifamiliares para mejorar la calidad de vida de los residentes. La presencia de vegetación en el interior de los edificios puede mejorar la calidad del aire, reducir el estrés y aumentar el bienestar general de los ocupantes. Algunas propuestas que se pueden hacer al respecto incluyen la incorporación de jardines verticales, la selección de plantas que se adapten a las condiciones de iluminación y ventilación de los espacios interiores, y la integración de espacios verdes compartidos en las áreas comunes de los edificios.

Lohr y Pearson-Mims (2006) encontraron que la presencia de plantas en espacios interiores mejora la salud mental y el bienestar emocional de las personas, reduciendo la fatiga, el estrés y la ansiedad. Lee y La (2017) destacaron que las plantas pueden purificar el aire interior y reducir los niveles de contaminantes como el dióxido de carbono, el formaldehído y el benceno, mejorando así la calidad del aire y la salud respiratoria de los habitantes. Hua y Shen (2019)

señalaron que la integración de elementos naturales como la vegetación en el diseño de interiores puede mejorar el estado de ánimo, reducir la tensión arterial y la frecuencia cardíaca, y aumentar la productividad y el rendimiento cognitivo.

Teorías y Conceptos

El marco conceptual de esta investigación se centra en la viabilidad de construir viviendas multifamiliares en países en vías de desarrollo, considerando diversos aspectos cruciales para su implementación exitosa. Entre estos aspectos se encuentran las construcciones sostenibles, las certificaciones ambientales, y los factores sociales y económicos.

En primer lugar, la construcción sostenible es fundamental en el contexto de viviendas multifamiliares en países en vías de desarrollo. Este concepto se refiere a la creación de estructuras que son ambientalmente responsables y eficientes en el uso de recursos a lo largo de su ciclo de vida. Según Kibert (2016), las construcciones sostenibles integran prácticas como el uso de materiales reciclados, la eficiencia energética, y la gestión sostenible del agua.

Para garantizar que las viviendas multifamiliares cumplan con estándares de sostenibilidad, las certificaciones ambientales juegan un papel crucial. Certificaciones como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) y EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) proporcionan marcos para evaluar y certificar el desempeño ambiental de los edificios. Según el U.S. Green Building Council (2020), los edificios certificados con LEED pueden reducir el consumo de energía y agua, mejorando la calidad de vida de los residentes.

Además, la aceptación social de las viviendas multifamiliares es otro factor crucial. En países en vías de desarrollo, la percepción pública y los temores asociados a estos tipos de viviendas, como la falta de privacidad o la seguridad, deben ser abordados cuidadosamente. Un estudio de Davison et al. (2013) sugiere que la participación comunitaria en el proceso de planificación y la educación sobre los beneficios de las viviendas multifamiliares pueden mejorar la aceptación social.

Asimismo, la viabilidad económica es esencial para el éxito de los proyectos de viviendas multifamiliares. Esto incluye la evaluación de costos de construcción, financiamiento, y accesibilidad económica para los residentes. La implementación de políticas de vivienda asequible y subsidios puede ser necesaria para hacer estas viviendas accesibles a una amplia población. Según el Banco Mundial (2019), la inversión en viviendas multifamiliares puede estimular el crecimiento económico y proporcionar beneficios a largo plazo para las comunidades.

Finalmente, la sostenibilidad y la optimización de recursos son componentes clave de las viviendas multifamiliares. Estos proyectos deben diseñarse para minimizar el impacto ambiental, utilizando tecnologías innovadoras y prácticas de construcción eficientes. Según el Global Green Building Council (2018), las prácticas de construcción sostenible no solo reducen los costos operativos, sino que también mejoran la salud y el bienestar de los residentes.

En resumen, la revisión de literatura para esta investigación abordará los conceptos de construcciones sostenibles, certificaciones ambientales, aceptación social, viabilidad económica y optimización de recursos, proporcionando un marco de referencia integral para la evaluación de la viabilidad de las viviendas multifamiliares en países en vías de desarrollo.

Para el desarrollo de infraestructuras con este tipo de características se requiere la implementación de sistemas de certificación de edificios sostenibles. En la investigación se toma como referencia el Sistema LEED, que es reconocido a nivel mundial y evalúa el diseño, construcción, operación y mantenimiento, en base a ocho criterios y en dependencia de los resultados se le otorga distintos niveles de certificación sostenible.

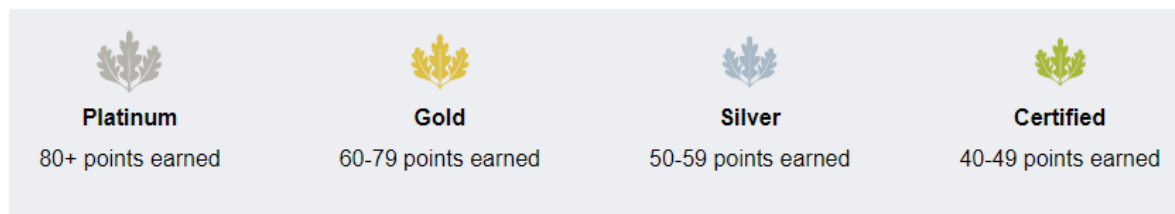
El sistema LEED evalúa los siguientes elementos:

- Ubicación y Transporte
- Emplazamiento sostenible

- Ahorro de agua
- Eficiencia energética y emisiones a la atmósfera
- Materiales y recursos naturales
- Calidad del aire interior
- Innovación en el diseño
- Prioridad regional

De acuerdo con USGBC el sistema cuenta con cuatro certificaciones, que se otorgan según la cantidad de puntos obtenidos en el proceso de revisión. El grado LEED Certified™ corresponde a un rango entre 40 y 49 puntos; LEED Silver®, se obtiene si se alcanza entre 50 y 59 puntos; por su parte la LEED Gold® se logra al tener entre 60 y 79 puntos; finalmente la certificación más alta es LEED Platinum®, que se obtiene si el edificio logra 80 puntos o más.

Ilustración 12 TIPOS DE CERTIFICACIONES LEED



Fuente: USGBC.

La firma SAGA Arquitectos destaca que el sector de la arquitectura y construcción nacional debe enfocar sus esfuerzos en la búsqueda de nuevas tecnologías de construcción, materiales más baratos y seguros y la aplicación de herramientas digitales para la gestión integral de los proyectos. Al mismo tiempo, la firma rescata la importancia de la atención psicológica a la ciudadanía para avanzar en la aceptación de viviendas de altura.

De acuerdo con Cepal (2015), el sector residencial es el tercer consumidor de energía en el mundo con una participación equivalente al 24%, y a nivel nacional se considera el principal consumidor de energía. Los edificios sostenibles son una pieza clave en la lucha contra el cambio climático, pues de acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

(Unep), el sector de los edificios representa el 39% de las emisiones totales de CO₂ relacionadas con la energía y 36% del uso final de la energía (Global ABC, 2018).

El informe revela que es posible que las emisiones de los edificios y la construcción puedan haber alcanzado su punto más alto y recientemente ha comenzado a descender gracias a la eficiencia energética en la calefacción, iluminación, cocina y uso de energía limpia en oficinas y viviendas. Además de los beneficios ambientales generados por los edificios sostenibles, las empresas constructoras también perciben beneficios económicos, pues este tipo de edificaciones tienen un precio entre 5% y 7.5% más alto en el mercado.

Marco Metodológico

El marco metodológico de esta investigación establece el diseño y la estructura general que orientan la recolección, interpretación y análisis de los datos. En este estudio, se emplea un enfoque cualitativo, que permite explorar a fondo los fenómenos en estudio, indagando en la percepción de la población nicaragüense hacia las viviendas multifamiliares verticales, así como en los esfuerzos del sector de la construcción para promover este tipo de proyectos en ciudades clave como Managua.

Este enfoque cualitativo facilita una comprensión profunda de los temores de la población, la viabilidad en términos de seguridad física y estructural, sostenibilidad, optimización de recursos, y la movilidad y calidad de vida. A continuación, se detallan y justifican los métodos de selección de la muestra, los instrumentos de recolección de información, los criterios de calidad aplicados a estos instrumentos y los procedimientos para el análisis y procesamiento de la información obtenida.

Enfoque Cualitativo y su Justificación

Para definir el tipo de investigación, se tomó como referencia autores que proponen diferentes criterios desde el punto de vista metodológico, con el objetivo de abordar integralmente los diferentes elementos clave que permiten definir la propuesta de investigación.

En primer lugar, según el nivel de profundidad la investigación se puede catalogar como descriptiva, ya que busca especificar y dar importancia a la viabilidad de las construcciones verticales en Managua. En este tipo de investigación, la meta es describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos, especificar propiedades y características importantes del objeto de investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

En un estudio descriptivo no se pretende generalizar los resultados obtenidos, su enfoque es generar mayor entendimiento de las experiencias, para ello se apoya en la observación y descripción del objeto de estudio.

Al tomar en cuenta la naturaleza de los datos de la investigación, el presente estudio sigue un enfoque cualitativo pues analiza la posibilidad de impulsar viviendas multifamiliares verticales que sean sostenibles desde el punto de vista ambiental y financiero. De acuerdo a Hernández, Fernández y Baptista (2014), en el enfoque cualitativo se pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante y después de la recolección de datos y análisis de información que permitan descubrir las interrogantes de investigación más relevantes.

El papel de la recolección de la información bajo este enfoque es facilitar el entendimiento a las experiencias de las personas y organizaciones. Durante este estudio se ha indagado sobre los criterios técnicos para lograr la sostenibilidad de proyectos habitacionales multifamiliares verticales en Managua y por qué a pesar de las ventajas que representarían para la ciudad aun este tipo de proyectos no son tan populares.

A su vez, tiene un enfoque cualitativo porque incluye una variedad de concepciones, visiones, técnicas y estudios. No se efectúa una medición numérica; por tanto, en lo esencial el análisis no es estadístico. La recolección de los datos consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes.

El propósito consiste en “reconstruir” la realidad tal como se observa en el sistema social definido previamente. Proporciona profundidad a los datos, dispersión, riqueza interpretativa, contextualización del ambiente o entorno, detalles y experiencias. También aporta un punto de vista “fresco, natural y completo” de los fenómenos, así como flexibilidad.

Muestra Teórica y Sujetos de Estudio

Dada la naturaleza de esta investigación se seleccionó a un grupo de cinco arquitectos nicaragüenses con grado académico de maestría, en constante actualización de conocimiento y con una extensa trayectoria en temas de planificación ambiental de proyectos, arquitectura sustentable, diseño arquitectónico, gestión urbana y de riesgos, vivienda social y calidad de vida. Los entrevistados se caracterizan por ser arquitectos que continuaron formándose profesionalmente dentro y fuera del país en disciplinas relacionadas con elementos de sostenibilidad. Dos de los entrevistados cuentan con más de 20 años de experiencia en el campo.

Las especialidades de los entrevistados y su experiencia en el ejercicio de su profesión y la docencia ofrecen una perspectiva enriquecedora sobre la sostenibilidad y viabilidad de proyectos de viviendas multifamiliares en Managua.

Tabla 3 ARQUITECTOS ENCUESTADOS Y DESCRIPCIÓN DE SU PERFIL PROFESIONAL

Nombre	Descripción
Eduardo Mayorga Navarro	Arquitecto, con estudios de especialidad en planificación ambiental de proyectos, y en arquitectura bioclimática y sustentable, por la Universidad Nacional Autónoma de México y la Fundación General de la Universidad de Salamanca. Veintitrés años de experiencia en diseño de centros educativos y habitacional. Veintiún años de experiencia como docente de Arquitectura en UNI.
Dorel Ramírez	Arquitecta, directora de la firma "Dorel Ramírez Arquitectos", especialistas en diseño arquitectónico, planos constructivos y supervisión de obras, con más de 20 años ininterrumpidos ejerciendo.
Cinthya Reyes	Arquitecta, Master en Gestión Urbana y Vulnerabilidad Social, especialidades en Gestión de Riesgo y Adaptación al cambio Climático e Innovación docente.

	Con experiencia en Diseño y supervisión de proyectos, Planificación urbana y territorial y docencia universitaria.
Benjamín Rosales Rivera	Arquitecto, especialista en Vivienda Social y Calidad de Vida. Máster en Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorial. Profesor titular de la Universidad Nacional de Ingeniería. 27 años de docencia en asignaturas de la Carrera de Arquitectura en diversas universidades. Docencia en diferentes programas de Posgrado. Consultor en Estudios de Impacto Ambiental, Sistemas de Gestión Ambiental, Gestión Integral de Riesgos de Desastres, Planificación urbana y territorial. Tutor de diversos trabajos de licenciatura, especialidad y maestría. Antiguo director de Investigación de la UNI. Antiguo jefe de Departamento Docente de la Facultad de Arquitectura de la UNI.
Erasmus Aguilar	Arquitecto con maestría en gestión de Riesgos y reducción de desastres. Investigador en la temática de vulnerabilidad estructural y vivienda. Investigador acreditado de la UNI desde 2016-2022.

Métodos y Técnicas de Recolección de Datos

Retomando lo planteado por Hernández Sampieri (2014), cuando una investigación es de carácter cualitativo se opta por los principales métodos para recabar este tipo de datos, siendo uno de estos la entrevista, ya que es más íntima, flexible y abierta facilitando que la persona entrevistada se sienta como en una conversación brindando información de forma natural y sincera.

Los datos de la presente investigación se recolectaron por medio de entrevistas a un grupo de arquitectos, con el objetivo de conocer a profundidad la opinión de estos profesionales referente al tema. La entrevista realizada analiza los elementos de diseño que garantizan mayor seguridad en edificios de viviendas multifamiliares, cantidad máxima de pisos, áreas que demandan mantenimiento con más frecuencia, factores que deben considerarse para una

correcta selección de materiales y tecnologías disponibles en el país para garantizar la eficiencia energética.

Al realizar el diseño de las entrevistas se tomó en cuenta los criterios de sostenibilidad planteados por la certificación LEED. El criterio correspondiente a localización y transporte incorpora elementos como sitios de construcción (que no se inundan, que no sean suelos sensibles y que se encuentren dentro de los límites de un desarrollo certificado), acceso al transporte público y recursos para la comunidad.

Relacionado a este apartado se les consultó a los entrevistados cual consideran que es el impacto más significativo en la calidad de vida, que genera la construcción de edificios de viviendas multifamiliares con relación a la movilidad y el transporte.

En cuanto al emplazamiento sostenible, la certificación incorpora elementos como plantas no invasoras, reducción de islas de calor, gestión de agua de lluvia y control de plagas no tóxicas.

En la categoría de ahorro de agua se toma en cuenta el consumo total de agua, tanto interior como exterior. Mientras que en el de eficiencia energética y emisiones a la atmósfera integran elementos como consumo anual de energía, sistema eficiente de distribución de agua caliente, preparación para diseño solar activo, tamaño de la vivienda, orientación de la vivienda para sistemas solares pasivos, infiltración de aires, ventanas, iluminación, electrodomésticos de alta eficiencia y energía renovable.

En la encuesta se consultó sobre soluciones disponibles para generar eficiencia energética, mecanismos para propiciar ahorro de agua, estrategias para una adecuada gestión de residuos, criterios de diseños más relevantes para garantizar mayor sostenibilidad, la importancia de la vegetación en el interior de las viviendas.

En cuanto al criterio de materiales y recursos, se les solicitó a los especialistas una recomendación de materiales de construcción idóneos para viviendas verticales multifamiliares. Para conocer más detalles de la entrevista realizada a los expertos se recomienda ver el Anexo 2, donde se encuentran todas las preguntas planteadas en la entrevista.

Criterios de Calidad Aplicados

La credibilidad también se llama “máxima validez” (Saumure y Given, 2008b), y mide si el investigador ha captado el significado completo y profundo de las experiencias de los participantes, particularmente de aquellas vinculadas con el planteamiento del problema. En la investigación se recoge información a través de entrevistas a las diferentes personas de Managua, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2014) es una de los mejores instrumentos utilizados en investigaciones de carácter cualitativa, ya que cuenta con la capacidad de comunicar y obtener información a través de una conversación abierta pero estructurada atendiendo los diversas pensamientos, opiniones y puntos de vista de los participantes.

Burns (2009) y Franklin y Ballau (2005) consideran que la credibilidad se logra mediante los siguientes puntos:

- Corroboración estructural: proceso mediante el cual varias partes de los datos (categorías, por ejemplo), se “soportan conceptualmente” entre sí (mutuamente). Por lo tanto, en la entrevista que se aplica para conocer la opinión y aceptación de la gente de Managua ante la nueva propuesta de construcción de viviendas, la viabilidad que hay en Managua de construir este tipo de edificación, observar la percepción que tienen de si hay mano competente y si están los materiales adecuados en el país para poder realizar construcciones de este tipo.
- Adecuación referencial: cercanía entre lo descrito y los hechos. Para consolidar la credibilidad desde el trabajo en el campo, es conveniente escuchar todas las “voces” en la comunidad, organización o grupo en estudio, acudir a varias fuentes de datos y registrar todas las dimensiones de los eventos y experiencias.

Transferibilidad (aplicabilidad de resultados) este criterio no se refiere a generalizar los resultados a una población más amplia, ya que ésta no es una finalidad de un estudio cualitativo, sino que parte de ellos o su esencia puedan aplicarse en otros contextos (Savin-Baden y Major, 2013; Morse, 2012; y Williams et al., 2005).

En este caso, los resultados de la investigación cualitativa sobre análisis y viabilidad para el desarrollo de viviendas verticales en centros urbanos de Nicaragua realizado a personas con vasto conocimiento acerca del tema no pueden generalizarse a personas del resto del país que experimenten el desarrollo de las mismas viviendas verticales, mucho menos en un ámbito más general como a nivel centroamericano.

Pero la investigación si puede contribuir a un mayor conocimiento de dicha problemática y a establecer algunas pautas para futuras indagaciones sobre desarrollo de construcción de viviendas verticales en los centros urbanos, aunque se efectúen en otro lugar. La transferencia no la realiza el investigador, sino el usuario o lector, que es quien se pregunta si puede aplicarse a su contexto.

Confirmabilidad, este criterio está vinculado a la credibilidad y se refiere a demostrar que se han minimizado los sesgos y tendencias del investigador (Mertens, 2010, y Guba y Lincoln, 1989). Como se mencionó anteriormente los instrumentos usados para la recolección de datos están basados en el conocimiento de Hernández, Fernández y Baptista (2014) en busca de un mejor resultado para la investigación.

Una vez diseñado el instrumento de investigación se sometió a evaluación con un grupo de expertos para obtener sus recomendaciones e integrarlas antes de realizar las entrevistas con los arquitectos seleccionados.

Procedimientos para el Procesamiento y Análisis de Información

Hernández, Fernández y Baptista (2014) recomiendan a las personas que se inician en la investigación cualitativa que usen las siguientes técnicas para el procesamiento de datos: repeticiones, similitudes y diferencias, cortar y clasificar y conceptos locales.

Por lo tanto, para procesar datos informativos, obtenidos en la entrevista y encuesta realizada a la muestra antes mencionada, se opta por la técnica: Corte y clasificación, que consiste en identificar expresiones, pasajes o segmentos que parecen importantes para el planteamiento y luego juntarlos conceptualmente. Esta técnica consiste en identificar expresiones, pasajes o segmentos que son relevantes para los objetivos de la investigación y luego agruparlos de manera conceptual. Este enfoque permite organizar la información de manera coherente y sistemática, facilitando la interpretación y el análisis de los datos recopilados.

Resultados y Discusión

La entrevista a los arquitectos inició con la consulta sobre elementos de diseño importantes en edificios de viviendas multifamiliares, para garantizar seguridad ante situaciones como robos, incendios, circulación segura dentro del edificio y similares.

En sus respuestas, los arquitectos se enfocaron en que las normativas de construcción nacionales y extranjeras, el uso de materiales de calidad con certificación. A su vez, hicieron hincapié en que el diseño debe tomar en cuenta la sismo resistencia y la posibilidad de vulnerabilidad ante erupciones en zonas cercanas a volcanes, así como el factor de vulnerabilidad ante inundaciones y huracanes en áreas costeras y de otros cuerpos de agua.

También consideraron la seguridad estructural, el diseño estable y adecuado dimensionamiento de los elementos estructurales, los accesos, las circulaciones y los flujos claramente diferenciados, sistemas de evacuación y conectividad urbana. Las respuestas evidencian que la seguridad en estos edificios es de carácter multidimensional, pues retoma elementos de diseño internos y externos.

En el documento se abordó sobre el temor de los capitalinos a los edificios de altura, es por ello que se les consultó a los especialistas sobre la cantidad de pisos que deberían tener para considerarse seguros. Las respuestas de los especialistas señalan que estos deberían oscilar entre los 4 y 10 pisos. Sin embargo, este número puede variar en dependencia de factores técnicos como las normativas, la densidad ocupacional de la zona, vulnerabilidad sísmica, tipo de suelo (desde el punto de vista físico y geológico) y su resistencia, e incluso el sistema constructivo y estructural a seleccionar.

Los especialistas advierten que cuando se trata de edificios de más de cuatro pisos es necesario un elevador, lo que implica que el edificio cuente con un departamento administrativo, mantenimiento y temas logísticos adicionales.

Edificios de vivienda mayores a 10 pisos podrían volverse espacios de convivencia más difícil y se comprometen las estructuras. Una de las especialistas argumenta que, si bien en otros países se construye con más pisos, esto genera un deterioro en la imagen urbana, seguridad y aprovechamiento de la iluminación y ventilación natural, principalmente cuando se trata de torres de apartamentos muy cercanas entre sí.

Además de la seguridad, uno de los temas que genera mayores cuestionamientos en relación a las viviendas multifamiliares es el mantenimiento. Los especialistas señalan que este proceso es imprescindible para lograr una vida útil adecuada en correspondencia a la inversión realizada. Sin embargo, la frecuencia de los mantenimientos puede variar en dependencia de los componentes del edificio.

Los más frecuentes a criterio de uno de los especialistas son los sistemas contra incendio, el almacenaje y la recolección de basura, los elevadores en caso de haberlos, la seguridad en general. Recomiendan especial atención a las ventanas, cielos falsos, zonas húmedas, expuestas a la intemperie y las estructuras, pues una zona húmeda con mal manejo puede generar deterioro la estructura del edificio, lo que pondría en riesgo a sus usuarios.

Los materiales de construcción juegan un papel determinante en la edificación de estructuras verticales. Los especialistas consultados argumentan que la selección de materiales debería orientarse tomando en cuenta la calidad certificada, la facilidad de su mantenimiento y los elementos ambientales como el impacto que genera en los ecosistemas la extracción de la materia prima a utilizarse, su proceso de fabricación y transporte, lo que puede medirse a través de la energía utilizada y la huella de carbono generada en los procesos descritos.

Por otro lado, los especialistas hicieron referencia a la resistencia a compresión y flexión, la materia prima existente en la zona, el clima, geología, topografía y aspectos culturales de los usuarios.

Tomando en cuenta que edificios sostenibles generan impacto en las empresas constructoras y los usuarios de los inmuebles, los arquitectos fueron consultados por las tecnologías y soluciones disponibles en el país para lograr eficiencia energética más oportuna para viviendas multifamiliares.

Los especialistas coinciden que la energía solar y eólica son excelentes alternativas, la selección de una u otra dependerá de las características de la zona. Por ejemplo, la energía eólica es factible en la zona sur del pacífico (como Rivas), donde la velocidad media del viento es suficiente para generar energía eólica (> 4.00 m/s). Los arquitectos señalan que antes de elegir una de estas alternativas es importante tomar en cuenta las restricciones de carácter legal que se derivan de gestionar estos recursos y la magnitud de la inversión inicial.

En la búsqueda de la eficiencia energética también juegan un rol clave los equipos dentro del edificio como los electrodomésticos y equipos sanitarios. Uno de los especialistas señala que una solución es adoptar certificaciones LEED en las edificaciones que incluye: aparatos sanitarios de bajo consumo de agua, reciclaje; aparatos y equipos eléctricos eficientes e inteligentes, uso de bombillas LED; aplicación de principios de la economía circular (aprovechamiento y optimización de recursos a través de las 4R: reducir, reutilizar, reparar y recicla.

En cuanto al ahorro de agua dentro de los edificios, los arquitectos explican que la captación de agua pluvial es una medida que puede aliviar parcialmente la presión sobre las fuentes hídricas del país, pues esta medida puede aplicarse en aproximadamente el 90% del territorio nacional es factible captar agua de lluvia en cantidades significativas.

El agua captada podría utilizarse para limpieza del edificio, riego de áreas verdes y suplir aparatos sanitarios como los inodoros. También recomiendan acompañar esta estrategia con la selección de aparatos sanitarios ahorradores de agua.

Los arquitectos precisan que para la gestión de residuos es importante iniciar por catalogarlos por orgánicos e inorgánicos; reciclables o no reciclables y posteriormente utilizar sistemas de ductos y ambientes de recolección y transporte de estos residuos. Un sistema de ductos requiere de normativas internas para que la administración la gestione.

Otras medidas son circulación diferenciada para los desechos; diseño adecuado de las estaciones temporales de desechos; aseguramiento de la frecuencia del tren se aseo; disponibilidad de contenedores de desechos.

Al consultar sobre los criterios de diseño arquitectónico son más relevantes para garantizar una mayor sostenibilidad en edificios de viviendas multifamiliares, los entrevistados explican que es necesario garantizar un diseño correcto de circulación en las áreas comunes, así como una ventilación cruzada e iluminación natural en los espacios públicos y privados, el uso de materiales de fácil mantenimiento, aplicación de ecotecias, considerando el uso de elementos naturales para el diseño sostenible.

Al analizar las respuestas sobre el impacto más significativo en la calidad de vida, que genera la construcción de edificios de viviendas multifamiliares con relación a la movilidad y el transporte, los arquitectos expusieron factores ambientales como la reducción de la huella de carbono y racionalización del espacio urbano.

A su vez identificaron factores de diseño urbano, pues argumentan que es altamente recomendable agrupar grupos poblacionales en menos área ya que esto facilita el suministro de servicios básicos, incluido el servicio de transporte público. Asimismo, la existencia de una masa poblacional alta trae consigo la instalación de comercios y locales de servicio que provoca que la gente se mantenga circulando en distancias cortas para resolver sus necesidades sin tener que hacer uso de transporte.

Sin embargo, advierten que, si existen edificios de vivienda multifamiliar en mayores cantidades y alejados de los servicios, ocurre el fenómeno contrario, teniendo que invertir en sistema de transporte de mayor capacidad, para poder trasladar a las personas a sus sitios de destino. Por lo que es necesario hacer un estudio de mercado y estudio de factibilidad previo a tomar dicha decisión.

Finalmente, se les consultó sobre la importancia de integrar vegetación en el diseño de interiores de este tipo de estructuras para incidir en la calidad de vida y se les solicitó realizar propuestas.

Según las respuestas, la vegetación es un filtro natural del aire viciado, reduce las islas de calor, es un amortiguador térmico de los espacios conexos y mejora la percepción del entorno por parte de los usuarios, además de los beneficios estéticos y climatológicos, impacta positivamente a nivel psicológico, principalmente si se presenta en espacios semi externos, considerando que muchas de las viviendas se encuentran alejadas de la superficie del suelo.

Estas áreas deben corresponder a un diseño inteligente, donde predominen áreas sembradas con especies de fácil mantenimiento, no invasivas y de pocos requisitos de riego, para hacer un eficiente uso del agua cualquier sistema de riego debe ser del tipo limpio y sostenible.

Entre las recomendaciones predominan los "techos verdes", "jardines verticales", huertos áreas verdes públicas y técnicas minimalistas al estilo Japón para optimización de pequeños espacios verdes en el edificio.

Conclusiones

El cambio climático, el crecimiento poblacional y el desplazamiento de la población a los centros económicos generan presiones en los servicios públicos, como agua, energía eléctrica, transporte, salud y educación; situaciones como estas ya se viven en diferentes ciudades de Nicaragua. Es por ello que se hace necesario aprovechar los espacios a través del diseño de ciudades inteligentes, que aporten a la calidad de la ciudadanía con un enfoque sostenible desde el punto de vista ambiental y financiero.

Como parte de las soluciones a esta problemática en el país, ha aparecido la figura de edificios verticales de viviendas multifamiliares, estas son estructuras en las que pueden habitar más de una familia y tiene la ventaja de alojar a mayor cantidad de personas en un terreno más pequeño.

Sin embargo, a pesar de que ha avanzado la edificación vertical de carácter comercial, este tipo de proyectos (viviendas verticales de más de dos pisos) no han tenido mayor aceptación en ciudades como Managua, donde la población aún vive los estragos psicológicos generados por el terremoto de 1972.

Otra de las limitantes que han surgido alrededor de este tipo de proyectos es el crecimiento desordenado de las ciudades y la falta de instrumentos de planificación articulados para garantizar ciudades, seguras y eficientes. A su vez es necesario que el tipo de edificios que se construyan tengan certificaciones de sostenibilidad, lo que permitirá un mejor aprovechamiento de los recursos, sin sacrificar el confort de sus habitantes.

La revisión de literatura confirma que Nicaragua ha dado algunos pasos orientados a los proyectos de viviendas multifamiliares como la reforma a la Ley Especial para el Fomento de la Construcción de Vivienda y de Acceso a la Vivienda de Interés Social y a la Ley Orgánica del INVUR, que amplió el subsidio para que las familias accedan a viviendas multifamiliares.

Tanto los arquitectos consultados en esta investigación como otros autores citados en el presente documento, señalan que es posible construir edificios de viviendas multifamiliares seguros en el país, que oscilen entre 4 y 10 pisos, en dependencia del suelo, la carga a la que estén expuestos y los materiales utilizados.

En materia de sostenibilidad en edificios habitacionales el país tiene mucho camino por recorrer, pues, aunque edificios verticales dedicados al comercio han logrado certificaciones de sostenibilidad, no puede decirse lo mismo de edificios de vivienda, por lo que es un reto para el sector urbanizador y de construcción generar este tipo de espacios.

Es por ello que se requiere una colaboración estrecha entre el sector público, que provea leyes y herramientas de planificación territorial para ordenar la ciudad; empresa privada con acceso a tecnologías, herramientas y técnicas innovadoras de construcción, y una ciudadanía que permita abrirse al cambio de paradigma de vivienda.

Referencias

- Ahearn, F., & Rizo, S. (1978). Problemas de Salud Mental después de una situación de Desastre. *Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana*, 1-15.
- Alva, J. (2013). Manual de diseño y construcción de cimentaciones. Trillas.
- Alshuwaikhat, H., & Rezgui, Y. (2008). Sustainable buildings: Definitions and measures. *Building and environment*, 43(3), 1264-1273.
- Arévalo, R., & Casas, J. (2018). Análisis de la seguridad estructural en edificios de vivienda multifamiliar de baja altura en la ciudad de Bogotá. *Revista de Ingeniería*, (48), 33-44.
- Arbeláez, M., Ramírez, L., & Giraldo, C. (2019). Evaluación de la sostenibilidad en edificios mediante la certificación LEED. *Revista Científica de Ingeniería, Arquitectura y Tecnología*, 4(1), 25-31. <https://doi.org/10.5377/rciat.v4i1.7569>
- Asif, M., Memon, S. A., & Hassan, S. (2017). Barriers to green buildings uptake in developing countries: Evidence from Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 1231-1241.
- Asociación Nacional de Energía Solar (2017). Guía para la instalación de sistemas fotovoltaicos en edificios multifamiliares en Chile. Recuperado de <https://www.asesolar.cl/wp-content/uploads/2017/06/Guia-para-la-instalacion-de-sistemas-fotovoltaicos-en-edificios-multifamiliares-en-Chile-ANES.pdf>
- Baena Anaya, A, Tamayo Meza, A y Barrios Fontalvo, M. (2014). Análisis comparativo de la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistema de vivienda de interés social vertical vs horizontal en la ciudad de Cartagena. Universidad de Cartagena. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/716>
- Banco Mundial. (2019). *Housing for All: The Challenges of Affordable Housing in Developing Countries*. Retrieved from [World Bank](https://www.worldbank.org/)

- Barrios, A., López, D., Rodríguez, D., & González, F. (2019). Edificación sostenible: Estrategias de diseño bioclimático y materiales sostenibles. *Revista Internacional de Ingeniería, Arquitectura y Tecnología*, 2(2), 17-23. <https://doi.org/10.5156/RIIAT.2019.96>
- Bernal, R., Ramírez, J., & Soto, J. (2017). Participación activa de los usuarios en la gestión de la sostenibilidad de edificios. *Revista Internacional de Gestión y Sostenibilidad Ambiental*, 3(1), 32-40. <https://doi.org/10.5377/rigsa.v3i1.4122>
- BID. (2014). *Plan de Acción Managua Sostenible*. Managua: Banco Interamericano de Desarrollo.
- BID. (25 de Noviembre de 2016). *¿Se entiende el problema de la vivienda? El déficit habitacional en discusión*. Obtenido de Blogs BID-Ciudades Sostenibles: <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/problema-de-vivienda/>
- Blume, J. A., Menegotto, M., & Hognestad, E. (1970). *Diseño estructural para arquitectos*. Blume.
- Carmona, E., González, F., & Carrasco, J. (2019). Optimización energética en edificios multifamiliares mediante diseño arquitectónico y sistemas de ventilación natural. *Revista Internacional de Ciencias Ambientales*, 5(1), 27-33. <https://doi.org/10.15359/rca.5-1.2>
- Cepal. (1973). *Informe sobre los daños y repercusiones del terremoto de la ciudad de Managua en la Economía Nicaragüense*. New York: Naciones Unidas.
- Cepal. (2015). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe .
- Cinco Días. (2009). Lo que cuesta y lo que ahorra un edificio verde. El País.
- Chávez, V., Hansen, F., & Quesada, D. (1973). *Isosistas de Managua- Terremoto del 23 de diciembre de 1972*. Obtenido de Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (Ineter): <https://webserver2.ineter.gob.ni/sis/managua72/chavez/isosistas.html>
- Chávez Gómez Lucero. (2014). "Impacto de la arquitectura vertical: una opción de la modernidad para gestionar los espacios limeños". Consultado en: <https://es.slideshare.net/LuceroAndreaChavezGomez/impacto-de-la-arquitectura-vertical-una-opcin-de-la-modernidad-para-gestionar-los-espacios->

- Comisión Europea. (2019). Mobility and Transport: Sustainable Mobility. Recuperado de https://ec.europa.eu/transport/modes/sustainable_en
- Connors, K. (2010). *Designing Sustainable Communities*. Island Press.
- Córdova, F. (2019). Edificios de concreto armado. Limusa.
- Dardón, A., & Gándara, J. (2012). *Impacto de los desastres naturales en viviendas de autoconstrucción*. <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/informes2012/INF-2012-16.pdf>.
- Davison, G., Gurran, N., & Bramley, G. (2013). *Affordable Housing: Critical Approaches*. Routledge.
- Drysdale, D. D., & Meacham, F. A. (2001). Fire protection systems for high-rise buildings. *Fire Safety Journal*, 36(7), 623-642. [https://doi.org/10.1016/S0379-7112\(01\)00009-4](https://doi.org/10.1016/S0379-7112(01)00009-4)
- Estévez, M. C. (2019). Innovaciones tecnológicas en el diseño estructural de edificios de gran altura. In *Memoriam (2013-2019)*. *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*, 5(2), 76-87.
- Franco, J. (2019). "¿Es la madera laminada cruzada (CLT) el hormigón del futuro?". *Plataforma Arquitectura*. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/921337/es-la-madera-laminada-cruzada-clt-el-hormigon-del-futuro>
- García, J. L. G., & Duque, E. P. R. (2015). *Manual de sistemas de protección contra incendios*. Editorial Síntesis.
- Giraldo, L., & Londoño, D. (2017). Sostenibilidad en la construcción de edificios multifamiliares. *Revista Científica de Arquitectura y Urbanismo*, 5(2), 67-77. <https://doi.org/10.22490/21455781.2332>
- Global ABC. (2018). *2018 Global Status Report*. United Nations Environment Programme.
- Global Green Building Council. (2018). *The Business Case for Green Building*. Retrieved from World Green Building Council

Gómez, J. A., & Arango, S. (2018). Movilidad sostenible en América Latina: ¿Cómo avanzamos hacia ciudades más humanas y sostenibles? CEPAL. Recuperado de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43749-movilidad-sostenible-america-latina-como-avanzamos-ciudades-mas-humanas>

Gómez, J. M., Escamilla, J., & Mendoza, C. (2016). El diseño estructural de edificios de vivienda multifamiliar de gran altura. Ciencia UANL, 19(77), 46-54.

González, L. (2020). Tipos de viviendas. Recuperado de <https://www.homelight.com.mx/blog/tipos-de-viviendas/>.

Grupo México design (s.f). La vivienda vertical: una mirada hacia sus estructuras y funcionalidad. <https://mexicodesign.com/la-vivienda-vertical-una-mirada-hacia-sus-estructuras-y-funcionalidad/>

Herrera, G., González, D., & Ramírez, L. (2020). Impacto de la certificación LEED en la sostenibilidad de edificios de oficinas en América Latina. Revista de la Construcción, 19(2), 47-56. <https://doi.org/10.7764/RDLC.19.2.47>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación. México: McGraw Hill.

Hernández & Delgado (2010). “La sostenibilidad de la vivienda tradicional: una revisión del estado de la cuestión en el mundo”. Consultado en: <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/65>

Hidalgo-Salazar, M. A., & Gómez-Cruz, M. A. (2016). Diseño bioclimático de viviendas sociales en México. Revista de Arquitectura, 18(1), 1-12.

Hood, N. (2013). *The Image of the City: Creating a Living Environment*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

- Hsu, C. W., Chen, Y. H., & Lu, W. C. (2019). The influence of government policies and market mechanisms on the diffusion of green buildings: Evidence from Taiwan. *Journal of Cleaner Production*, 215, 856-868.
- Hua, F., & Shen, W. (2019). Biophilic design: A review on the effects of indoor environment on occupants. *Indoor and Built Environment*, 28(8), 1077-1089. doi: 10.1177/1420326X19875785
- Inide. (2021). *Informe de Vivienda 2019-2020- Encuesta Continua de Hogares (ECH)*. Managua: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.
- Krieger, A., & Saunders, W. S. (2009). *Urban Design*. University of Minnesota Press.
- Kibert, C. J. (2016). *Sustainable construction: Green building design and delivery*. John Wiley & Sons.
- Kumar, N. (2016). *Structural design for tall and complex buildings*. CRC Press.
- La Gaceta Oficial. (1971). Decreto No. 1909. "Ley que reglamenta el régimen de la propiedad horizontal". Consultado en: [http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/\(\\$All\)/B173FE6969CD32BE0625726C00616934?OpenDocument](http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/($All)/B173FE6969CD32BE0625726C00616934?OpenDocument)
- Lancaster, P. J. (2007). *Affordable Housing Finance*. John Wiley & Sons.
- La Roche, P., Hernández, A., & Morales, J. (2016). Diseño bioclimático en edificios de vivienda multifamiliar. *Revista de Arquitectura e Urbanismo*, 37(1), 9-18. <https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v37i1p9-18>
- Lee, J., & La, C. (2017). Effects of indoor plants on air quality. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 15(1), 27. doi: 10.1186/s40201-017-0274-9
- Lohr, V., & Pearson-Mims, C. (2006). Particles in indoor air: effects on cognitive function, mood, and well-being. *Environment and behavior*, 38(5), 659-675. doi: 10.1177/0013916505280696

- Mairena, K; Rodríguez, R. (2019). "Anteproyecto arquitectónico de un modelo de edificio multifamiliar sustentable para familias de clase media en el municipio de Estelí, 2018". UNI.
- McCoy, A. P. (2014). *A Sustainable Urban Housing Design Guide: Principles and Practice*. Routledge.
- Ministerio de Energía de Chile (2019). Guía de eficiencia energética para edificios de vivienda colectiva. Recuperado de <https://www.energia.gob.cl/documentos/guia-de-eficiencia-energetica-para-edificios-de-vivienda-colectiva>
- Mora, P. (2020). "Tendencias: ¿Qué materiales están buscando los arquitectos?". Plataforma Arquitectura. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/933315/tendencias-que-materiales-estan-buscando-los-arquitectos>
- Naciones Unidas. (2021). Objetivos de Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Nakaki, S., & Noguchi, T. (2017). *High-Rise Building Structures: Design and Analysis*. Springer.
- National Fire Protection Association (2018). History of NFPA. Recuperado el 25 de febrero de 2023, de <https://www.nfpa.org/About-NFPA/History-of-NFPA>
- Obando, E. (2016). *Diseño y construcción de edificios de vivienda multifamiliar*. Ediciones de la U.
- Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI). (2021). Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructura. <https://www.unido.org/es/objetivo-9-industria-innovacion-e-infraestructura>
- Ortega, G. (2017). La gran Oportunidad de Managua: Densificar la ciudad. *Arquitectura y Construcción*, 38-41.
- Palencia, F. A., & Sarasty, O. A. (2018). Diseño de edificios sostenibles en América Latina: retos y oportunidades. *Revista de la Construcción*, 17(2), 66-75. <https://doi.org/10.7764/RDLC.17.2.66>

- Pardo, A., Vásquez, L., & Gómez, L. (2018). Sensibilización ambiental y educación en sostenibilidad en edificios multifamiliares en Colombia. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 14(2), 55-64. <https://doi.org/10.3232/RISTH.2018.V14.N2.04>
- Pérez, A. (2014). Diseño y cálculo de cimentaciones. CEAC.
- Plosky, E. J. (2017). *Property Asset Management*. Routledge.
- Quiroz, A., & Villanueva, M. (2019). Optimización energética de edificios multifamiliares en América Latina. Estudio de caso: Bogotá, Colombia. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 15(2), 109-118. <https://doi.org/10.3232/RISTH.2019.V15.N2.06>
- Rami, A., Al-Saleh, Y., & Al-Jarallah, R. (2020). Barriers and drivers of green building adoption: Evidence from the Gulf Cooperation Council (GCC) countries. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123276.
- Rodríguez Sosa, M., Sánchez Flores, E., & García Moreno, G. (2019). Vivienda vertical social en la frontera norte de México: criterios para una densificación sustentable. *Revista invi*, 34(95), 167-194. <https://www.scielo.cl/pdf/invi/v34n95/0718-8358-invi-34-95-167.pdf>
- Real Academia Española. (2014). "Diccionario de la lengua española (23.a. ed.)." Consultado en: <https://dle.rae.es/vivienda>
- Real Academia Española. (2014). "Diccionario de la lengua española (23.a. ed.)." Consultado en: <https://dle.rae.es/multifamiliar>
- SAGA Arquitectos. (s.f.). *Saga Arquitectos*. Obtenido de Saga Arquitectos: <http://www.sagarquitectos.com/>
- Serrano, L. J., González, D., & Blanco, L. (2018). Análisis de los factores clave para la sostenibilidad de los edificios residenciales multifamiliares en América Latina. *Revista de la Construcción*, 17(1), 38-47. <https://doi.org/10.7764/RDLC.17.1.38>

- Schiler, M., Sánchez, J. J., & Arancibia, C. (2019). Edificios sustentables y tecnologías limpias: Una revisión crítica. *Revista de Energías Renovables y Medio Ambiente*, 2(1), 1-8.
<https://doi.org/10.5377/REMA.V2i1.7868>
- Sotomayor, R. (2017). Diseño sostenible de edificios de vivienda en América Latina. Tendencias y desafíos. *Revista de Arquitectura e Urbanismo*, 38(2), 61-72.
<https://doi.org/10.11606/issn.2317-2762.v38i2p61-72>
- Sustentable, a. A. D. E. M. (2018). Facultad de arquitectura (doctoral dissertation, universidad nacional de ingeniería).
https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=viabilidad+de+las+viviendas+multifamiliares+en+Nicaragua&btnG=#d=gs_cit&t=1663775795816&u=%2Fscholar%3Fg%3Dinfo%3AOqtrAor1UwJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Des
- Universidad de Chile (2019). Guía de tecnologías para la eficiencia energética en edificios de vivienda colectiva. Recuperado de <https://www.uchile.cl/documentos/guias-tecnologicas-eficiencia-energetica-en-edificios-de-vivienda-colectiva.pdf>
- U.S. Green Building Council. (2020). *LEED v4 for Building Design and Construction*. Retrieved from USGBC
- Valenzuela, A. (2016). Diseño sismorresistente de edificios. Reverte.
- Zhang, Z. (2017). Sistemas de monitoreo y control estructural en edificios altos. *Revista de Ingeniería Civil*, (34), 67-73.

Anexos

Anexo 1. Entrevistas a arquitectos especialistas en diseño, sostenibilidad y urbanismo

Nombre y Apellidos

Breve descripción profesional

Dimensión 1. Seguridad física y estructural

- ¿Qué aspectos del diseño son importantes para garantizar una mayor seguridad en edificios de viviendas multifamiliares? (Robos, incendios, circulación segura en el edificio, entre otros.)
- ¿Qué cantidad de pisos como máximo, recomienda para este tipo de viviendas y por qué?
- ¿A qué parte se debe dar mantenimiento con mayor frecuencia en edificios de viviendas multifamiliares?
- ¿Qué factores deben considerarse para la adecuada selección de materiales constructivos para viviendas en edificios multifamiliares?

Dimensión 2. Sostenibilidad y optimización de recursos

- Considerando las tecnologías y soluciones disponibles en Nicaragua para lograr la eficiencia energética, ¿cuál considera más oportuna para este tipo de edificaciones?
- ¿Existen mecanismos para propiciar un mayor ahorro de agua en viviendas multifamiliares? ¿Cuáles conoce o recomendaría?
- ¿Qué sugerencias haría para una correcta gestión de residuos en edificios de viviendas multifamiliares? (Eje; normativas internas, soluciones de diseño arquitectónico, entre otros).

Dimensión 3. Movilidad y Calidad de vida

- ¿Qué criterios de diseño arquitectónico son más relevantes para garantizar una mayor sostenibilidad en edificios de viviendas multifamiliares? (Ventilación, iluminación, comfort).
- ¿Cuál considera que es el impacto más significativo en la calidad de vida, que genera la construcción de edificios de viviendas multifamiliares con relación a la movilidad y el transporte?
- ¿Considera importante integrar vegetación en el diseño de interiores de este tipo de estructuras para incidir en la calidad de vida? ¿Qué propuestas haría al respecto?