

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Avalúo de los costos de reposición de una vivienda con una tipología de pórticos con estructura metálica para edificaciones de 1 piso y de una vivienda con una tipología de mampostería confinada para edificaciones de 2 pisos de la ciudad de Quito.

Paola Stephanie Villafuerte Benítez

Ingeniería Civil

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Civil

Quito, 12 de mayo de 2021

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Avalúo de los costos de reposición de una vivienda con una tipología de pórticos con estructura metálica para edificaciones de 1 piso y de una vivienda con una tipología de mampostería confinada para edificaciones de 2 pisos de la ciudad de Quito.

Paola Stephanie Villafuerte Benítez

Nombre del profesor, Título académico

Juan Carlos Pantoja Moyano, MSc.

Quito, 12 de mayo de 2021

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Paola Stephanie Villafuerte Benítez

Código: 00137885

Cédula de identidad: 1721061180

Lugar y fecha: Quito, 12 de mayo de 2021

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con todo el amor del mundo a mis padres, Enrique y Patricia, quienes han sido mi pilar fundamental a lo largo de este maravilloso camino. Gracias a ustedes, su esfuerzo, sus ilusiones y su lucha incansable hoy soy lo que soy. Gracias por su amor infinito y su apoyo incondicional, por los valores que me han inculcado y por sus consejos, que han hecho de mí una mejor persona y hoy por hoy, una profesional. Pero, sobre todo, gracias por haber hecho de este, mi sueño más grande, una realidad. Los amo con todo mi corazón.

A mis hermanos David y Diego, ustedes son mi mayor ejemplo a seguir. Ustedes me han enseñado que con esfuerzo y dedicación todo es posible, me motivan a ser una mejor persona y desde luego, a ser mi mejor versión. A mis sobrinos: Martín, Mathias, Joaquín y Julián, son sin lugar a dudas, el mejor regalo que la vida me ha otorgado. Siempre estaré a su lado para apoyarlos.

A mi abuelita Rosa, mi ángel guardián, quien, desde el cielo, me ha acompañado y ha bendecido todos y cada uno de los pasos que he dado a lo largo de este camino, gracias por ayudarme a cumplir nuestra promesa. Gran parte de este triunfo, te lo debo y te lo dedico a ti con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por la salud y la vida; por la fortaleza y la sabiduría, así como por todas las oportunidades que me ha brindado a lo largo de este camino. A mis padres, porque con su esfuerzo y dedicación constante, me han ayudado a cumplir uno más de mis sueños.

A mi hermano David, por su inmensa generosidad y su apoyo incondicional. Sin ti no lo habría logrado. Gracias por siempre creer en mí sobre todas las cosas, por ser mi soporte más grande y apoyar mis sueños sin medida y sin condiciones, de inicio a fin. Gran parte de este triunfo también es tuyo, gracias. A mi hermano Diego, quien comparte conmigo el amor por esta rama siempre serás mi mejor maestro. Gracias por compartir con paciencia y cariño tus conocimientos, tu experiencia y tu trayectoria conmigo.

A la USFQ y a todos y cada uno de mis maestros a lo largo de esta trayectoria, que con sus enseñanzas me han enriquecido en conocimiento y han contribuido de sobre manera a mi desarrollo personal y profesional. A Juan Carlos Pantoja, tutor de este trabajo de titulación, quien con su paciencia y bondad infinita ha compartido conmigo sus amplios conocimientos en el mundo de la ingeniería civil y me ha brindado su total apoyo durante la realización de este documento.

A la vida, por permitirme ver mi sueño hecho realidad.

RESUMEN

Para la Ciudad de Quito es importante conocer la estimación de las pérdidas económicas que pueden ser causadas por un sismo en la ciudad. De este modo, para realizar el análisis de riesgo sísmico y evaluar dichas pérdidas, es necesario estudiar los costos de reposición de las edificaciones ubicadas dentro del Distrito Metropolitano de Quito. Con base en el plan Casa Para Todos que busca la generación de condiciones que promuevan el acceso a vivienda segura, adecuada y digna, en busca de la mejora de las condiciones y la calidad de vida de los ecuatorianos, y luego del terremoto del año 2016, se plantea realizar el avalúo de los costos de reposición de (2) viviendas con (2) de las tipologías más comunes en el DMQ: pórticos de estructura metálica y mampostería confinada.

Ahora bien, debido a la variabilidad en la estimación de los resultados, fue necesario emplear diferentes metodologías que permitan estimar un rango de precios probable. Tal es así que, en este estudio, se emplearon dos (2) metodologías para la determinación del costo de reposición de las viviendas con las tipologías anteriormente mencionadas: el método de la Ordenanza No. 0093 y el análisis de precios unitarios (APUS). Adicional a ello, se realizó el diseño estructural de la vivienda de dos pisos con dicha tipología empleando el software ETABS con el propósito de obtener los rubros necesarios para llevar a cabo el análisis de precios unitarios correspondiente.

Las viviendas analizadas en este estudio consisten en una vivienda unifamiliar (1D) de un piso con una tipología de pórticos de estructura metálica que abarca un área de $73,71 \text{ m}^2$ y una vivienda multifamiliar (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada que abarca un área de $233,37 \text{ m}^2$. Se determina el costo de reposición empleando las (2) metodologías anteriormente señaladas para cada una de estas viviendas y se obtiene para la vivienda unifamiliar mediante el método de la Ordenanza No.0093 un costo de reposición de $398 \text{ \$/m}^2$ mientras que mediante el método del análisis de precios unitarios se obtiene un valor de $396\text{\$/m}^2$. Finalmente, para la vivienda multifamiliar se obtiene un costo de reposición por m^2 de $\$361/\text{m}^2$ de acuerdo con el método de la Ordenanza No.0093 y un costo de reposición de $\$382 /\text{m}^2$ según el método de análisis de precios unitarios.

ABSTRACT

For Quito's City, it is important to know the estimate of the economic losses that can be caused by an earthquake in the city. In this way, to carry out the seismic risk analysis and evaluate such losses, it is necessary to study the replacement costs of the buildings located within the Metropolitan District of Quito. Based on Casa Para Todos plan, which seeks to create conditions that promote access to safe, adequate and dignified housing, in search of improving the conditions and quality of life of Ecuadorians, and after the earthquake of 2016, the evaluation of the costs of replacement of (2) dwellings with (2) of the most common typologies in the DMQ is proposed: porticoes of metal structure and confined masonry.

However, due to the variability in the estimation of the results, it was necessary to use different methodologies to estimate a probable price range. Thus, in this study, two (2) methodologies were used for the determination of the cost of housing replacement with the aforementioned typologies: the method of Ordinance No. 0093 and the unit price analysis (APUS). In addition, the structural design of the two-storey house with this typology was carried out using the ETABS software in order to obtain the necessary items to carry out the corresponding unit price analysis.

The houses analyzed in this study consist of a single-family house (1D) of one floor with a typology of porticos of metallic structure that covers an area of 73.71 m² and a multifamily house (4D) two-storey with a confined masonry typology covering an area of 233.37 m².

Replacement cost is determined using the (2) above-mentioned methodologies for each of these dwellings and a replacement cost of 398 \$/m² is obtained for the single-family dwelling using the method of Ordinance No.0093, while the unit price analysis method provides a value of 396\$/m². Finally, for the multifamily housing a replacement cost per m² of \$361/m² is obtained according to the method of Ordinance No.0093 and a replacement cost of \$382 /m² according to the method of unit price analysis.

Key words: cost of replacement, porticoes of metal structure, confined mansory.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	1
1.1. Conceptos generales del análisis de riesgo sísmico	1
1.2. Factores que componen la estimación del riesgo sísmico.....	2
1.2.1. Riesgo sísmico.....	2
1.2.1.1. Actividad sísmica en el Ecuador.....	2
1.2.1.2. Actividad sísmica en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).....	3
1.2.2. Vulnerabilidad sísmica.....	5
1.2.3. Exposición sísmica.....	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo general.....	7
1.3.2. Objetivos específicos.....	7
1.4. Justificación.....	7
2. Desarrollo del tema.....	9
2.1. Generalidades del Distrito Metropolitano de Quito.....	9
2.1.1. Administración zonal	9
2.2. Tipologías en el DMQ.....	9
2.3. Sistema estructural de mampostería confinada.....	12
2.3.1. Definición.....	12
2.3.2. Elementos que constituyen un sistema estructural de mampostería confinada.....	14
2.3.3. Formas de construcción en mampostería confinada.....	16
2.4. Estimación del costo de reposición de una vivienda.....	17
2.4.1. Definición.....	17
2.4.2. Métodos para la obtención del valor neto de reposición de bienes inmuebles.....	17
2.4.2.1. Método paramétrico.....	18
2.4.2.2. Método de ensambles de costos.....	18
2.4.2.3. Método de precios unitarios.....	19
2.4.3. Metodología del precio del valor unitario propuesta por el Municipio de la Ciudad de Quito, según la Ordenanza No.0093.....	21
2.4.3.1. Valoración de la construcción y adicionales a los predios urbanos y rurales.....	21
2.4.4. Descripción de la vivienda unifamiliar (1D) de un piso con una tipología de pórticos de estructura metálica y de la vivienda multifamiliar (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.....	23
2.4.4.1. Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.....	26
2.5. Cálculo del costo de reposición para la vivienda unifamiliar (1D) y para la vivienda multifamiliar (4D) de acuerdo con la metodología propuesta por el Municipio de la Ciudad de Quito, Ordenanza No.0093.....	30
2.6. Cálculo del costo de reposición para la vivienda unifamiliar (1D) y para la vivienda multifamiliar (4D) de acuerdo con el método de análisis de precios unitarios (APUS).....	31
2.7. Análisis de resultados.....	33
3. Conclusiones.....	34

4. Referencias bibliográficas.....	36
5. Anexo A: Método del precio del valor unitario propuesto por el Municipio de Quito según la Ordenanza No.0093.....	38
6. Anexo B: Planos arquitectónicos y de ingenierías de las viviendas unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica y multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.....	41
7. Anexo C: Análisis de precios unitarios (APUS) para la vivienda unifamiliar (1D) de un piso con una tipología de pórticos de estructura metálica.....	45
8. Anexo D: Análisis de precios unitarios (APUS) para la vivienda multifamiliar (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.....	49
9. Anexo E: Diseño de la vivienda multifamiliar (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada empleando el Software ETABS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipo de uso de las edificaciones en el DMQ representado de acuerdo al número edificaciones y porcentaje en la zona urbana del DMQ.	6
Tabla 2: Rangos para establecer las categorías de acabados de acuerdo con la sumatoria de puntaje de acabados exteriores.	22
Tabla 3: Características y dimensiones de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.	24
Tabla 4: Características y dimensiones de la vivienda unifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.	25
Tabla 5: Tabla del cálculo del puntaje de acabados exteriores de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica según la metodología de la Ordenanza No.0093 del DMQ.	30
Tabla 6: Tabla del cálculo del puntaje de acabados exteriores de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada según la metodología de la Ordenanza No.0093 del DMQ.	30
Tabla 7: Tabla de clasificación del nivel socioeconómico de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica y de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada de acuerdo al puntaje según la metodología de la Ordenanza No.0093 del DMQ.	31
Tabla 8: Análisis de precios unitarios (APUS) de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.	32
Tabla 9: Análisis de precios unitarios (APUS) de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.	33
Tabla 10: Comparación del costo de reposición entre las viviendas con una tipología de pórticos de estructura metálica y las viviendas con una tipología de mampostería confinada entre las ciudades de Medellín y Quito.	34
Tabla 11: Tabla de puntaje de acabados exteriores de paredes, cubiertas, ventanas, vidrios y puertas de acuerdo a la metodología de la Ordenanza No.0093 del Distrito Metropolitano de Quito.	38
Tabla 12: Tabla de cálculo del costo de construcción por m ² de acuerdo al tipo de estructura, condición de la propiedad y acabados para edificaciones de 1-5 pisos de acuerdo con el puntaje determinado en la Tabla 14 según la metodología de la Ordenanza No.0093 del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).	39
Tabla 13: Tabla de cálculo del costo de construcción por m ² de acuerdo al tipo de estructura, condición de la propiedad y acabados para edificaciones de 6-9pisos de acuerdo con el puntaje determinado en la Tabla 14 según la metodología de la Ordenanza No.0093 del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).	40
Tabla 14: Análisis de precios unitarios (APUS) de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.	45
Tabla 15: Análisis de precios unitarios de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.	49
Tabla 16: Desglose de cargas viva y muerta aplicadas sobre la estructura de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada en el modelo realizado en el software ETABS.	53

Tabla 17: Coeficientes empleados para el análisis sísmico de la estructura de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada modelada en el software ETABS tomados de la NEC-2015 de acuerdo a la región de análisis.....	53
Tabla 18: Coeficientes empleados para el análisis sismorresistente de la estructura de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada modelada en el software ETABS tomados de la NEC-2015 de acuerdo a la región de análisis.....	53
Tabla 19: Cálculo de cargas horizontales por piso para el cálculo sísmico estático de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.	54
Tabla 20: Desglose de combinaciones de carga aplicadas sobre la estructura de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada modelada en el software ETABS.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Descripción de los eventos sísmicos ocurridos el 28 de mayo y su ubicación relativa al sistema de fallas tectónicas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). (El Comercio, 2019)	4
Figura 2: Fotografía de una vivienda residencial con una tipología estructural de hormigón armado, losas planas y pórticos rellenos no dúctil (Ayala et al, 2017).....	10
Figura 3: Fotografía de una vivienda residencial con una tipología estructural de mampostería sin reforzar con paredes de adobe no dúctil (Ayala et al, 2017).....	11
Figura 4: Fotografía de una vivienda residencial con una tipología estructural de madera (Ayala et al, 2017).	11
Figura 5: Fotografía de vivienda una residencial con una tipología estructural de acero (Ayala et al, 2017).	12
Figura 6: Fotografía de una vivienda residencial con una tipología estructural de tierra (Ayala et al, 2017).	12
Figura 7: Detalle del panel de mampostería confinada sujeta a una acción combinada de carga axial y lateral (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015).....	13
Figura 8: Elementos principales de una estructura de mampostería confinada (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015).	15
Figura 9: Detalle de las conexiones de muros de mampostería confinada tipo 1 con las columnetas del sistema (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015).....	17
Figura 10: Esquema del sistema de resistencia a cargas de la vivienda unifamiliar (1D) con tipología de pórticos de estructura metálica.	24
Figura 11: Plano arquitectónico y distribución de áreas habitacionales de la vivienda unifamiliar (1D) con tipología de pórticos de estructura metálica.	25
Figura 12: Plano arquitectónico y distribución de áreas habitacionales de la vivienda multifamiliar (4D) con tipología de mampostería confinada.	26
Figura 13: Plano de las instalaciones eléctricas de la (a) vivienda unifamiliar (1D) con tipología de pórticos de estructura metálica y de la (b) vivienda multifamiliar (4D) con tipología de mampostería confinada.	28
Figura 14: Plano de las instalaciones hidrosanitarias de la (a) vivienda unifamiliar (1D) con tipología de pórticos de estructura metálica y de la (b) vivienda multifamiliar (4D) con tipología de mampostería confinada.	29
Figura 15: Plano arquitectónico de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.	41
Figura 16: Plano arquitectónico de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.....	42
Figura 17: Plano hidrosanitario de conexiones para agua caliente, agua fría y aguas servidas de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.....	42
Figura 18: Plano hidrosanitario de conexiones para agua caliente, agua fría y aguas servidas de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.	43

Figura 19: Plano eléctrico de circuitos independientes, iluminación y tomacorrientes de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.....	43
Figura 20: Plano eléctrico de circuitos independientes, iluminación y tomacorrientes de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.	44
Figura 21: Vista en 3D del modelo extruido de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada realizado en el software ETABS.	55
Figura 22: Vista en planta del modelo de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada realizado en el software ETABS.	56
Figura 23: Deriva máxima de piso en el eje x para la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.	56
Figura 24: Deriva máxima de piso en el eje y para la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.	57
Figura 25: Plano estructural en elevación de la vivienda residencial multifamiliar (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.	57
Figura 26: Detalle de los elementos estructurales de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada (a) detalle de las vigas y (b) detalle de las columnas.	58
Figura 27: Detalle de los componentes estructurales de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada (a) detalle de las columnas y (b) detalle de las vigas.	59

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Conceptos generales del análisis de riesgo sísmico

Entendemos como riesgo a la posibilidad de sufrir pérdidas significativas o resultados adversos directamente relacionados con daños físicos, pérdidas humanas y económicas e interrupción de servicios, que podría sufrir una sociedad durante un tiempo determinado de exposición (Yamin et al, 2013). Dicha posibilidad, se deriva comúnmente de amenazas naturales como la actividad sísmica y socio naturales que pueden llegar a generar grandes desastres.

En los países en vías de desarrollo el riesgo es mayor, debido a las altas tasas de asentamientos y construcciones informales que ponen en peligro la vida de sus ocupantes debido a la alta vulnerabilidad y precarias condiciones de construcción. Todo esto generado por el incremento demográfico, el estado de pobreza, la ausencia de planificación y la falta de control por parte de las entidades de regulación (Yamin et al, 2013).

Según Yamin et al (2013), el proceso de gestión del riesgo se caracteriza por llevar a cabo planes de ejecución, seguimiento y evaluación de estrategias que promuevan los diferentes grados de conocimiento, estimación y cuantificación del riesgo con el fin de reducirlo o controlarlo, asegurando el mejor manejo posible de las crisis para reducir los daños o pérdidas en vidas humanas, bienes, infraestructura, etc. De este modo, los estudios de análisis de riesgo, nos permiten obtener una estimación de los daños físicos y las pérdidas potenciales en términos económicos y humanos, como resultado de la amenaza y vulnerabilidad de los elementos expuestos en una localidad determinada frente a un sismo de una intensidad determinada.

Existen diversos factores que componen la estimación del riesgo que deben ser tomados en cuenta con el propósito de brindar herramientas a los entes tomadores de decisión, con el fin de generar acciones de protección y prevención ante los posibles riesgos a los que la sociedad se encuentra expuesta. A continuación, se describen los tres (3) factores principales que componen la estimación del riesgo sísmico.

1.2. Factores que componen la estimación del riesgo sísmico

1.2.1. Riesgo sísmico

Se define como la probabilidad de ocurrencia o el peligro latente de que ocurra un sismo con una intensidad definida, para estimar esta probabilidad, es necesario realizar un modelo de amenaza sísmica para cada una de las localidades que se desee analizar.

1.2.1.1. Actividad sísmica en Ecuador

Ecuador se encuentra en el extremo norte del cinturón andino, mismo que se extiende a lo largo del margen Pacífico de América del Sur. El modelo sísmico tectónico del territorio ecuatoriano está compuesto por 26 zonas de origen (Beauval, y otros, 2014). Ecuador atraviesa por una enorme falla geológica que se origina a causa de la subducción de la placa de Nazca en el océano Pacífico con la placa Sudamericana, según Rivadeneira et al (2007), esta interacción produce fuerzas considerables sobre los bordes de ambas placas, originando fracturas en el interior de ellas, denominadas fallas geológicas. Puesto que Ecuador atraviesa un gran número de fallas, estas han sido agrupadas en sistemas de fallas que se caracterizan por su geometría, extensión y tipo de movimiento (Rivadeneira et al, 2007).

Según Rivadeneira et al (2007), entre ellos podemos encontrar (3) sistemas de falla importantes: el principal sistema de fallas activo del Ecuador es el Pallatanga -Chingual, que comienza en el Golfo de Guayaquil y atraviesa la Isla Puná, La Troncal, Bucay,

Pallatanga, Riobamba y el Callejón Interandino hasta empatarse con la falla de Chingual. El segundo sistema de fallas, se ubica en el borde subandino de la cordillera Oriental de los Andes, este sistema nace de la falla de Chingual, pasa por el lado occidental del volcán El Reventador y se dirige al sur hasta la zona de Cosanga. Finalmente, el tercer sistema de fallas notable, se encuentra hacia el oriente del borde Subandino, es un sistema de fallas inversas que limita la parte este de los Andes de la llanura amazónica y se extiende desde Colombia, pasa por Ecuador y continua hacia Perú. Otros sistemas de fallas menos extensas presentes en Ecuador son: el sistema de fallas Quito, el sistema Pastocalle-Poaló-Saquisilí y el sistema de fallas El Ángel-San Gabriel (Rivadeneira et al, 2007).

1.2.1.2. Actividad sísmica en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ)

Quito se encuentra ubicada sobre tres subcuencas colgantes: el Machángara, El Batán y las Cuencas de San Antonio. La falla de Quito (QFS) tiene una extensión de 60 km a lo largo de la Depresión Interandina en el norte de Ecuador (Alvarado et al, 2014) y está conformada por 5 grandes segmentos de sur a norte: Puengasí, Ilumbisí-La Bota, Carcelén-El Inca, Bellavista-Catequilla y Tangahuilla. Este sistema aflora en la superficie como un sistema escalonado que migra hacia el noreste y conecta así con el sistema de fallas de Guayllabamba, un sistema de fallas que se encuentra situado al noreste de la ciudad de Quito y que sigue el sentido NE-SO con una extensión de 20 km (Alvarado et al, 2014). En la Figura 1 se describen los eventos sísmicos ocurridos el 28 de mayo y su ubicación relativa al sistema de fallas tectónicas del Distrito Metropolitano de Quito.

LA CIUDAD ESTÁ EN UNA ZONA PROPENSA A SISMOS

El sistema de fallas de la ciudad

- 1) El Tablón 2) San Miguel 3) Puengasí 4) La Bota-El Batán-Lumbisí 5) El Inca 6) Calderón- Bellavista-Catequilla

Sismos 28 de mayo

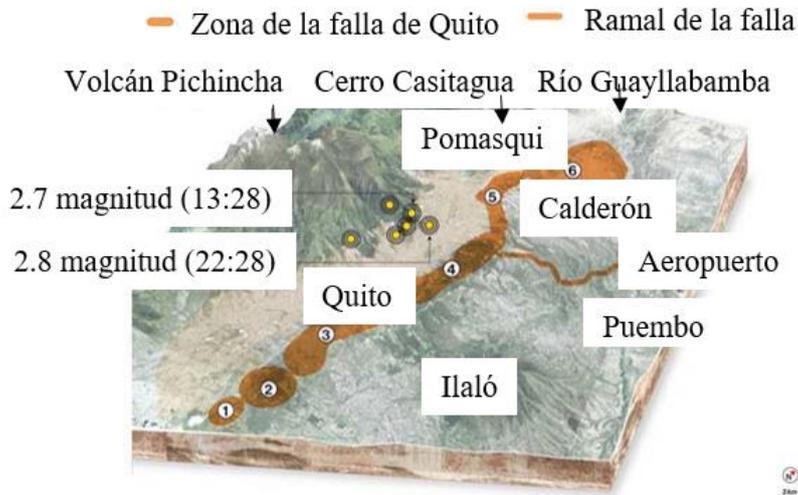


Figura 1: Descripción de los eventos sísmicos ocurridos el 28 de mayo y su ubicación relativa al sistema de fallas tectónicas del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). (*El Comercio*, 2019)

A lo largo de su historia, Quito se ha visto afectada por sismos de gran magnitud, destacan entre ellos (3) de los eventos producidos en los años 1990 y 1987. Los dos (2) sismos producidos el 5 de marzo de 1987 tuvieron su epicentro en la región amazónica, específicamente en la provincia de Napo, a 75 km de la ciudad de Quito y a 25 km del volcán Reventador (IGEPN, 2012) la magnitud de estos sismos fue de 6.9 y 6.1 en la escala de Richter y se produjeron a una profundidad de 15 km. Las pérdidas causadas por estos sismos fueron valuadas en un estimado de 1000 pérdidas de vidas humanas y mil millones de dólares en pérdidas económicas.

Por otro lado, el sismo del 10 de agosto de 1990 tuvo su epicentro entre dos segmentos importantes del sistema de falla de Quito: el segmento San Juan de Calderón y los segmentos de Catequilla (Beauval, 2010). La magnitud de este sismo fue de 5 en

la escala de Richter y tuvo lugar a una profundidad somera, sin embargo, este sismo dejó 3 personas fallecidas, 417 familias damnificadas y 900 viviendas afectadas con un costo de reparación de alrededor de 770 millones de sucres (IGEPN, 2011).

1.2.2. Vulnerabilidad sísmica

Es la susceptibilidad o fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad (Yamin et al, 2013) y se expresa como el daño probable que presenta una estructura expuesta frente a un evento sísmico y nos permite clasificar las edificaciones de acuerdo a su grado de vulnerabilidad frente a un evento sísmico (Yépez et al, 1995).

Para ello, es necesario, tomar en cuenta que el daño estructural depende del comportamiento de los elementos del sistema resistente a cargas; mismo que puede cuantificarse mediante un indicador de daño local o global. Esto nos permite clasificar el daño que puede sufrir una estructura en 2 categorías: a) daño estructural y b) daño no estructural. Según Yépez et al (1995), el primero, sucede cuando el daño se genera en elementos que constituyen el sistema resistente de la estructura, mientras que el segundo, se define como aquel daño que se produce en los elementos tales como arquitectónicos, sistemas eléctricos, sanitarios, etc.

Así pues, el resultado que se obtiene de los estudios de vulnerabilidad es el índice de daño que sufriría una estructura de una tipología determinada, tras ser expuesta a la acción de un sismo de características definidas. Este resultado, se puede obtener mediante dos (2) métodos: a) matrices de probabilidad de daño y b) funciones de vulnerabilidad (Yépez et al, 1995). Ambos métodos, pueden realizarse o bien mediante estudios estadísticos de datos observados durante sismos pasados o mediante modelos matemáticos y mecánicos de estructuras.

De esta forma, los estudios de vulnerabilidad, permiten desde el punto de vista financiero estimar el coste de reparación, puesto que este parámetro considera tanto los costos de reparación de elementos estructurales como no estructurales, ligando así los indicadores de daño estructural con la vulnerabilidad de cada una de las estructuras.

1.2.3. Exposición sísmica

Se refiere a la presencia de personas, medios de subsistencia, recursos económicos y sociales e infraestructura que pueden ser afectados por una potencial amenaza (Yamin et al, 2013). La exposición involucra la cuantificación de personas y elementos que se encuentran expuestos y pueden correr peligro frente a un evento sísmico.

El Distrito Metropolitano de Quito concentra aproximadamente el 10% de la población de Ecuador y el 60% de la población de Pichincha (INEC, 2011). De acuerdo al estudio realizado por Ayala et al (2017) y la información expuesta por la Secretaria General de Seguridad y Gobernabilidad del Municipio de Quito, se obtienen los datos del uso y ocupación de las edificaciones en el DMQ. Como resultado se obtiene que las edificaciones de uso mixto y residencial en zona urbana representan un 88% de las 12957 inspecciones realizadas, lo que permitió obtener la siguiente clasificación de edificaciones de acuerdo a su uso, el número de edificios y el porcentaje que representan, los cuales se describen a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1: Tipo de uso de las edificaciones en el DMQ representado de acuerdo al número edificaciones y porcentaje en la zona urbana del DMQ.

Uso	N° Edificios	Porcentaje
Residencial	6849	60%
Mixto	3157	28%
Total	10006	88%

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Estimar el costo de reposición de las tipologías de vivienda unifamiliar (1D) de pórticos de estructura metálica de un (1) piso y de la vivienda multifamiliar (4D) de mampostería confinada de dos (2) pisos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Revisar la bibliografía existente acerca de los métodos para el cálculo del costo de reposición de una edificación.
- Identificar las tipologías estructurales residenciales con mayor porcentaje dentro del DMQ.
- Realizar la evaluación del costo de reposición de acuerdo a la Ordenanza No. 0093 de una vivienda con una tipología de vivienda unifamiliar (1D) de pórticos de estructura metálica y de una vivienda multifamiliar (4D) de mampostería confinada para la Ciudad de Quito al 2021.
- Elaborar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar (4D) de mampostería confinada cumpliendo los requisitos establecidos en la NEC-2015 para la Ciudad de Quito al 2021.
- Realizar el análisis de precios unitarios (APUS) de los costos de construcción de una vivienda con una tipología de vivienda unifamiliar (1D) de pórticos de estructura metálica y de la vivienda multifamiliar (4D) de mampostería confinada para la Ciudad de Quito al 2021.

1.4. Justificación

Para estimar las pérdidas económicas dentro del análisis de riesgo sísmico del Distrito Metropolitano de Quito, se requiere conocer la estimación real del avalúo de los costos de reposición de las estructuras que se encuentran en él. Para realizar este avalúo se tomaron en cuenta las estructuras con mayor porcentaje dentro del área de estudio.

Debido a la variabilidad en la estimación de los resultados, es necesario emplear diferentes metodologías que permitan estimar un rango de precios probable. Todo esto con el objetivo de brindar a los entes tomadores de decisión herramientas para la elaboración de planes de contingencia para la ciudad.

2. DESARROLLO DEL TEMA

2.1. Generalidades del Distrito Metropolitano de Quito

El territorio del Distrito Metropolitano de Quito, capital de la República del Ecuador, se encuentra ubicado en el sector centro norte de la provincia de Pichincha, a una altitud de 2.800 m.s.n.m. dentro de la Depresión Interamericana (DI), en una provincia sísmica y volcánica activa, con volcanes de hasta 4800 m de altura (Alvarado, y otros, 2014). Sus coordenadas geográficas son: latitud -0.22985 y longitud -78.52495; tiene una superficie de 4.183 km² y posee una población de dos millones de habitantes que se encuentran distribuidos entre las parroquias rurales y urbanas del DMQ.

2.1.1. Administración zonal

El Distrito Metropolitano de Quito cuenta con un total de 65 parroquias representadas en la Figura 2, de ellas 33 son parroquias rurales (51%) y 32 son parroquias urbanas (49%).

Así mismo, el Distrito Metropolitano de Quito se encuentra dividido en 9 administraciones zonales (La Delicia, Calderón, Eugenio Espejo, La Mariscal, Manuela Sáenz, Eloy Alfaro, Quitumbe, Tumbaco y Los Chillos), cada una de ellas conformada por parroquias urbanas y rurales. A su vez, cada parroquia urbana, se encuentra dividida en barrios.

2.2. Tipologías en el DMQ

De acuerdo con Ayala et al (2017), las tipologías estructurales más comunes en el DMQ para uso residencial son cinco (5), las primeras son viviendas de hormigón armado que se muestran en la Figura 2, estas viviendas se caracterizan por contar con paredes de relleno adosadas al pórtico y una cubierta de algún material ligero (zinc, asbesto). Entre las variaciones de esta tipología encontramos estructuras de hormigón armado con losas

planas y pórticos rellenos no dúctil, hormigón armado hecho en sitio con postes y vigas no dúctil, hormigón armado hecho en sitio con sistema dual pórticos y muros dúctil, hormigón armado hecho en sitio con sistema resistente híbrido no dúctil, hormigón armado hecho en sitio con losas planas dúctil, hormigón armado hecho en sitio con pórticos rellenos dúctil y pórticos rellenos con hormigón armado hecho en sitio no dúctil.



Figura 2: Fotografía de una vivienda residencial con una tipología estructural de hormigón armado, losas planas y pórticos rellenos no dúctil (Ayala et al, 2017).

La segunda tipología común en el DMQ son las viviendas de mampostería mostradas en la Figura 3, este tipo de infraestructuras se encuentran compuestas por paredes de adobe u bloques de hormigón y una cubierta de teja o zinc entre sus variaciones encontramos mampostería sin reforzar con paredes de adobe no dúctil, mampostería sin reforzar con bloques de hormigón muros con aberturas no dúctil y mampostería sin reforzar unidades desconocidas no dúctil.



Figura 3: Fotografía de una vivienda residencial con una tipología estructural de mampostería sin reforzar con paredes de adobe no dúctil (Ayala et al, 2017).

También podemos encontrar las viviendas de madera mostradas en la Figura 4, estas estructuras pueden estar hechas de bloque o ladrillo y suelen tener una cubierta de zinc o asbesto.



Figura 4: Fotografía de una vivienda residencial con una tipología estructural de madera (Ayala et al, 2017).

Así como las viviendas con una tipología de acero mostradas en la Figura 5, aquí las estructuras, contienen paredes de relleno adosadas a los pórticos y sus fachadas se caracterizan principalmente por ser de cristal.



Figura 5: Fotografía de vivienda una residencial con una tipología estructural de acero (Ayala et al, 2017).

Finalmente, se tiene la tipología de estructuras en tierra mostrada en la Figura 6 que cuentan con paredes de tierra y una cubierta de zinc o asbesto.



Figura 6: Fotografía de una vivienda residencial con una tipología estructural de tierra (Ayala et al, 2017).

2.3.Sistema estructural de mampostería confinada

2.3.1. Definición

La mampostería confinada es un sistema de construcción donde los muros construidos con unidades de hormigón o de arcilla cocida se construyen antes de fundir los elementos verticales (columnas de amarre) y los elementos horizontales (vigas de amarre) (Arquitectos del Cuerpo Suizo de Ayuda Humanitaria et al, 2017). Tanto las vigas como columnas de amarre articulan los muros de una edificación de forma tal que aportan

rigidez a las losas y confinan los muros. En este tipo de construcción, los muros permanecen unidos a las vigas y columnas de amarre, que actúan de forma monolítica con este y mejoran la resistencia en el plano de los muros de mampostería (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015). De este modo, al ser los muros estructurales más fuertes que las columnas, son ellos quienes soportan las cargas horizontales y verticales (Arquitectos del Cuerpo Suizo de Ayuda Humanitaria et al, 2017). En la Figura 7 se observa el detalle del panel de mampostería confinada sujeta a una acción combinada de carga axial y lateral.

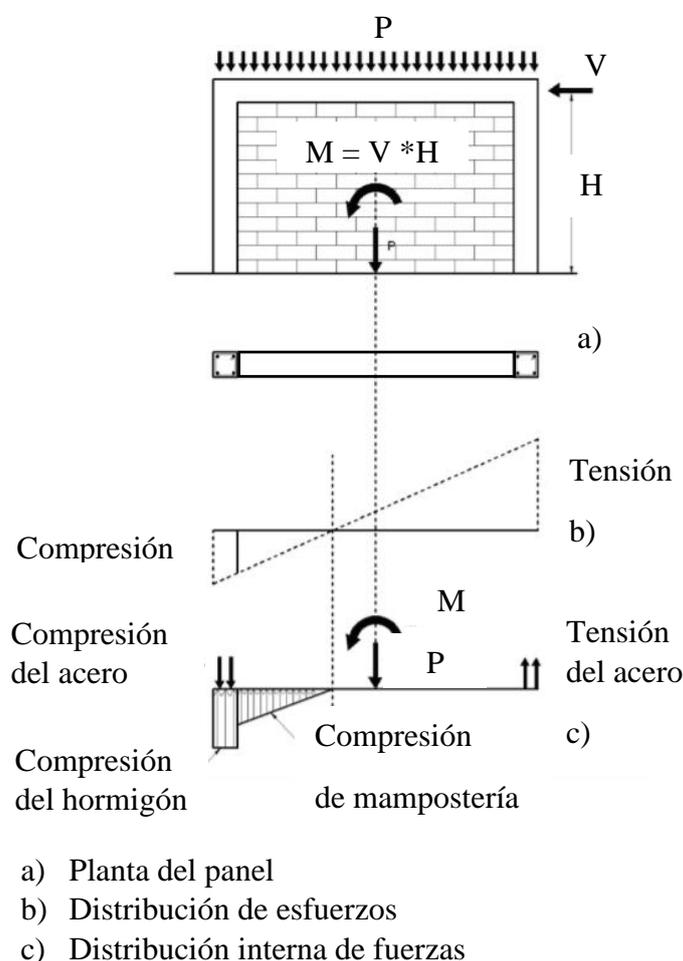


Figura 7: Detalle del panel de mampostería confinada sujeta a una acción combinada de carga axial y lateral (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015).

2.3.2. Elementos que constituyen un sistema estructural de mampostería confinada

A continuación, se describen los elementos principales que constituyen un sistema estructural de mampostería confinada, estos elementos y su ubicación dentro de una estructura, se indican en la Figura 8.

- **Losa:** estructura de concreto armado que se emplea como techos o entrepisos. Se encuentran apoyados sobre muros portantes, vigas estructurales y/o muros de concreto armado.
- **Columna de confinamiento:** elemento estructural vertical que puede ser reforzado con barras, armaduras electro-soldadas, alambres corrugados o lisos de acero, cuya función es contribuir al confinamiento lateral de los muros de mampostería confinada (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015).
- **Viga de confinamiento:** elemento estructural horizontal reforzado con barras, armadura electro-soldada, alambres corrugados o lisos de acero, que contribuye al confinamiento superior e inferior de los muros de la mampostería confinada (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015).
- **Mampostería confinada:** los muros de mampostería que pueden ser de ladrillos macizos de arcilla prensados a mano con una resistencia mínima especificada a la compresión de $f'_{cu} = 2$ [MPa], bloques de hormigón o arcilla vibroprensados con un $f'_{cu} = 3$ [MPa] deben estar confinados por vigas y columnas de confinamiento, deben ser continuos desde la cimentación hasta la cubierta y no deben tener aberturas. La sección mínima de las columnas de confinamiento debe ser $200 \text{ [cm}^2\text{]}$, el hormigón debe tener una

resistencia mínima a la compresión de 21 [MPa] y el acero debe tener una resistencia mínima de 24 [MPa]. En las vigas de confinamiento todos los estribos pueden estar separados máximo 20 cm entre sí, en los cruces de los muros las varillas deben formar ángulos rectos y sus traslajos deben tener una longitud mínima de 40 veces el diámetro de la varilla.

- **Zócalo de cimentación:** este elemento constituye una separación entre el suelo y la estructura que ayuda a corregir el desnivel del terreno y conforma la base de la cimentación sobre la cual se brinda soporte al resto de elementos.
- **Viga corrida de cimentación:** también conocida como zapata corrida o continua, se emplea con el fin de atender y transmitir al suelo las fuerzas de un muro de carga (Vásquez, s.f).

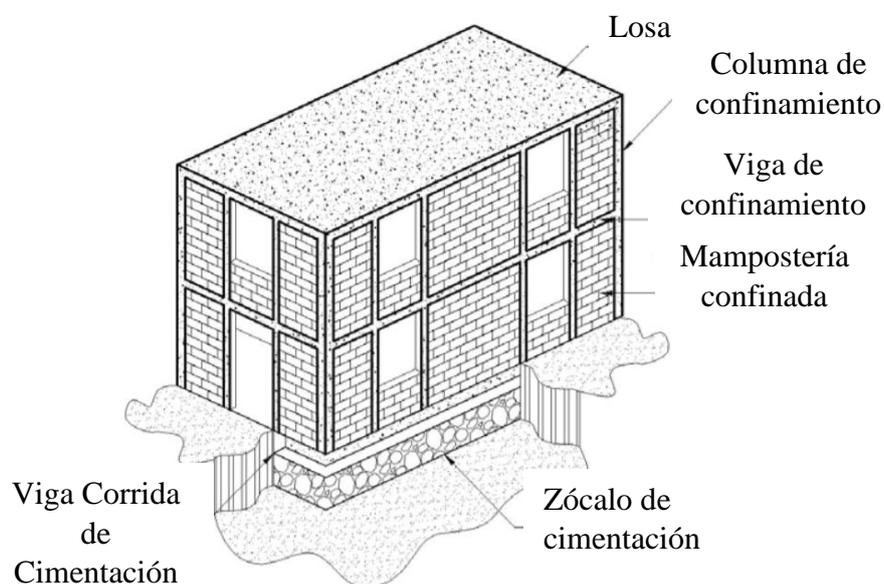
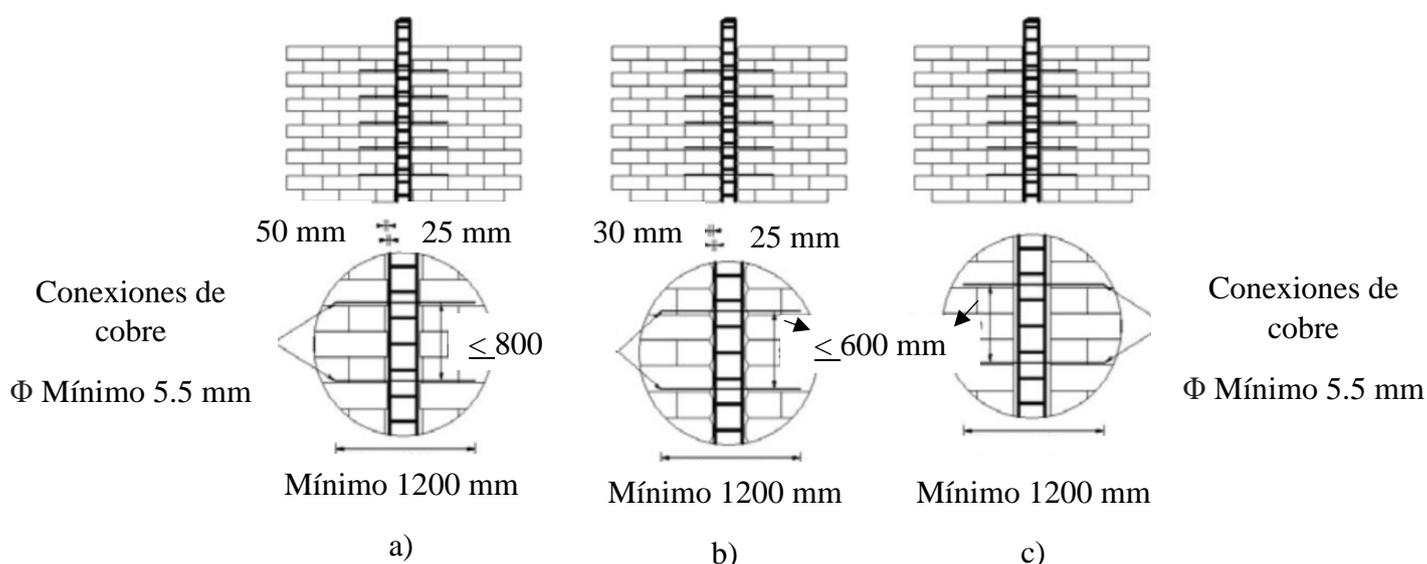


Figura 8: Elementos principales de una estructura de mampostería confinada (*Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015*).

2.3.3. Formas de construcción en mampostería confinada

Según el orden de construcción de paredes, columnas y vigas, se pueden distinguir dos (2) tipos de construcción en mampostería confinada, los cuales se describen a continuación:

- Tipo 1:** en primer lugar, se construyen las paredes de mampostería y posteriormente se funden las columnas y vigas que confinarán la mampostería (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015). En la figura 9 se detalla las conexiones de muros de mampostería confinada con las columnetas del sistema.
- Tipo 2:** en primer lugar, se funden las columnas de confinamiento dejando arriostramientos, con barras de diámetro mínimo de 5.5 mm de $f_y = 5000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ cada tres hiladas de mampuesto y/o cada 60 cm, con gancho, 15 cm de empotramiento en el hormigón y al menos 50 cm en la pared, de manera que exista continuidad con la pared que construye después (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015).



- (a) Mampuesto con perforación vertical
- (b) Mampuestos sólidos
- (c) Posición de refuerzo horizontal (chicote) cuando el dentado no es posible

Figura 9: Detalle de las conexiones de muros de mampostería confinada tipo 1 con las columnetas del sistema (*Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda & Cámara de la Industria de la Construcción, 2015*).

2.4. Estimación del costo de reposición de una vivienda

2.4.1. Definición

Según Yamin et al (2013) el costo de reposición, se emplea para simbolizar la vulnerabilidad, ya que permite representar el daño como el valor económico que implica su reparación integrando así la vulnerabilidad física de distintos elementos como: estructura principal, fachada, cubierta, muros, etc.

Así pues, el costo de reposición se define como aquel costo que solo toma en cuenta los costos directos de construcción y mano de obra, más no el valor del terreno como tal. Este costo, se encuentra en función del nivel socioeconómico tanto de la edificación como del sector (Ayala et al, 2017) y consiste en determinar el costo total estimado de reemplazar el inmueble a valorar por otro de iguales características y materiales de construcción.

2.4.2. Métodos para la obtención del valor neto de reposición de bienes inmuebles

Según Maldonado (2009), existen tres (3) metodologías para la obtención del valor neto de reposición de bienes inmuebles, los cuales se describen a continuación:

2.4.2.1. Método paramétrico

Para estimar el costo de reposición por este método es necesario:

- a) Inspeccionar el inmueble, analizar los planos y especificaciones de la infraestructura y determinar el tipo de construcción, la calidad, la clase y las características de los materiales empleados.
- b) Calcular en m² la superficie de la construcción, realizando las mediciones respectivas desde la parte exterior de los muros.
- c) Calcular por separado las medidas de pórticos, voladizos, marquesinas, patios, pavimentos exteriores y demás instalaciones.
- d) Aplicar los factores de ajuste requeridos para cada parámetro.
- e) Realizar los ajustes de las instalaciones especiales, elementos, accesorios y obras complementarias extra.
- f) Obtener el costo de la parte básica de la construcción, así como de los elementos mencionados en el punto c) cada uno por separado, multiplicando el área en m² obtenida por el valor de m².
- g) Sumar todos los costos anteriores de los diferentes tipos de construcción, las instalaciones especiales (instalaciones para la lavadora, refrigeradora, etc.), elementos, accesorios y obras extra o complementarias para estimar el costo total del inmueble.

2.4.2.2. Método de ensambles de costos

Este método consiste en agrupar los conceptos de obra que conforman un elemento constructivo, se emplea para obtener un costo estimado de forma rápida. Está estrechamente relacionado con la Estructura de la División del Trabajo (Work Breakdown Structure - WBS). Según Maldonado (2009) cada uno de los conceptos de trabajo considerados para la elaboración de esta estimación debe incluir: el suministro en el lugar

de la obra, la colocación de todos los materiales permanentes y temporales, los acarreos, mermas y desperdicios necesarios en cada una de las etapas del proceso constructivo.

En su libro *Costos por Metro Cuadrado de Construcción* Varela (2005), plantea la siguiente estructuración de los conceptos de obra: cimentación y subestructura (estructura de sótano, muros de contención, etc.), superestructura (columnas, losas y escaleras) cubierta exterior (incluye fachadas, muros colindantes, impermeabilizaciones y tragaluces), construcción interior (muros, acabados y divisiones), elevadores y movimiento, instalaciones mecánicas (instalaciones hidrosanitarias, incendios, etc.), instalaciones eléctricas (iluminación, sonido, video, etc.), especialidades (instalaciones extra como albercas, cisternas, etc.), obras exteriores, condiciones generales del proyecto (licencias, permisos, imprevistos, reclamos, cambios de proyecto, reformas, arquitectura, ingenierías, supervisión de obra, control de costos e IVA. El método de ensamble de costos tiene una precisión del 25% en relación con los otros métodos empleados para el cálculo del costo por m² de construcción, esto se debe a que este método no considera por completo todos los parámetros que se incluyen en el análisis de precios unitarios, esto se realiza con el propósito de realizar una estimación rápida del costo por m².

2.4.2.3. Método de precios unitarios

Este método involucra el análisis de costos directos e indirectos, así como los costos por financiamiento, utilidad del contratista y cargos adicionales, detallando la cantidad de insumos, mano de obra, herramienta y equipo que se emplea en un proceso constructivo. El método de precios unitarios incluye los siguientes costos:

Costo directo

El costo directo incluye el costo de aquellos rubros cuyos coeficientes de producción son cuantificables en la determinación del costo total de un producto (Armesto et al, 2015). Este costo, considera los materiales, la mano de obra y la maquinaria y equipo.

Costo indirecto.

El costo indirecto son aquellos rubros cuyos coeficientes de producción no son cuantificables o que en su defecto difícilmente lo son en la determinación del costo total de un producto. Este costo está compuesto por los gastos generales de obra y los gastos generales de empresa (Armesto et al, 2015).

- **Operación:** incluye gastos técnicos y administrativos, alquileres y/o depreciaciones, obligaciones y seguros, materiales de consumo, capacitaciones y actividades de promoción.
- **Obra:** incluye costos de oficina de obra (gastos técnicos, administrativos, traslado de personal, comunicaciones y fletes, construcciones provisionales y consumos), imprevistos de construcción (contingencias previsibles e imprevistas de fuerza mayor).

Costo por financiamiento

Para realizar el cálculo del costo por financiamiento, se requiere conocer: los periodos de pago ya sea semanales, quincenales o mensuales, el interés de la tasa activa, la fecha de pago, el monto del anticipo, fecha y los costos directos e indirectos.

Utilidad

La utilidad se puede expresar como un porcentaje que puede ir entre el 6% y el 12% o bien, se puede calcular mediante la utilidad mínima. La cual se calcula de acuerdo

con los siguientes parámetros: costo del capital que considera la tasa pasiva vigente o esperada, la tecnología de la empresa y el riesgo de inversión que consideran del 10% al 100% de la tasa pasiva máxima o mínima vigente o esperada, el retorno de la inversión que se considera de 3 a 20 veces y pagos impositivos como el impuesto a la renta.

Cargos adicionales

Se definen como las obligaciones adicionales a cargo del contratista que se aplican después de la utilidad del precio unitario. Se derivan de un impuesto o derecho producido por la ejecución de los trabajos, no forman parte del costo directo, indirecto, del costo por financiamiento ni del cargo por utilidad. Los cargos adicionales no deben adicionarse al precio unitario después de la utilidad y solo podrán ser ajustados si sus causantes o disposiciones legales, generan un incremento o decremento en los mismos.

2.4.3. Metodología del precio del valor unitario propuesta por el Municipio de la Ciudad de Quito, según la Ordenanza No.0093

La metodología propuesta en la Ordenanza No.0093 para el cálculo del m² de construcción, emplea el Método de Costo de Reposición establecido en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) para determinar los avalúos prediales que regirán para los años 2016-2017. Esta ordenanza, se expide en el año 2015 y otorga a los expertos la posibilidad de calcular el m² de construcción en función del tipo de estructura, número de pisos, condición de propiedad (uni-propiedad o propiedad horizontal) y materiales de los acabados exteriores, de paredes, cubierta, marcos de ventanas, vidrios y puertas (Ayala et al, 2017).

2.4.3.1. Valoración de la construcción y adicionales a los predios urbanos y rurales

Con el fin de valorar las construcciones, es necesario identificar si se está hablando de: construcciones cubiertas, abiertas, especiales o adicionales constructivos e instalaciones especiales (Concejo Metropolitano de Quito, 2015). En este estudio, nos centraremos en las construcciones cubiertas al ser estas, las unidades constructivas que contienen llenos y vanos y que se encuentran dentro de una tipología constructiva de hormigón armado, ladrillo o bloque, entre otros tipos de estructura (Ayala et al, 2017).

De este modo, se emplea la Tabla 11 del Anexo A: Método del precio del valor unitario propuesto por el municipio de Quito según la Ordenanza No.0093 donde se muestran los distintos acabados para exteriores agrupados en diferentes categorías cuyos rangos varían del 0 al 8 con el propósito de determinar la calidad de los acabados exteriores de la vivienda a estudiar. Ahora bien, de acuerdo al puntaje de acabados exteriores previamente obtenido, mediante la Tabla 2 se establece el nivel socioeconómico de la vivienda, como resultado se obtiene la nomenclatura de la vivienda.

Tabla 2: Rangos para establecer las categorías de acabados de acuerdo con la sumatoria de puntaje de acabados exteriores.

Puntaje	Nivel Socioeconómico	Nomenclatura
1 a 6	Popular	A
7 a 10	Económico	B
11 a 17	Normal	C
18 a 24	Primera	D
25 a 28	Lujo	E

Acto seguido, para la determinación del costo unitario de construcción por m², se busca la correspondencia de cada uno de los parámetros anteriormente mencionados, en la Tabla 12 del Anexo A: Método del precio del valor unitario propuesto por el

municipio de Quito según la Ordenanza No.0093 donde se muestran el costo de acuerdo con el tipo de estructura, rango de pisos y condición de propiedad.

2.4.4. Descripción de la vivienda unifamiliar (1D) de un piso con una tipología de pórticos de estructura metálica y de la vivienda multifamiliar (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada

La vivienda unifamiliar tipología 1D, es diseñada de acuerdo con las normas establecidas en el “Oficio No. STHV-DMPPS-. Quito Alcaldía. 2018. para un grupo familiar de cuatro personas en planta baja y está dividida en tres zonas: social, servicio y descanso. La vivienda presenta la posibilidad de crecimiento vertical y establece un diseño para personas discapacitadas.

El tipo de sistema constructivo de la vivienda unifamiliar (1D) se muestra en la Figura 10 y corresponde a un sistema de pórticos de estructura metálica que incluye pórticos de acero con columnas y vigas en tubos de acero, una losa de entrepiso tipo deck, con placa colaborante y loseta de hormigón con paredes de bloque y una cubierta liviana de estructura metálica y tipo galvalume.

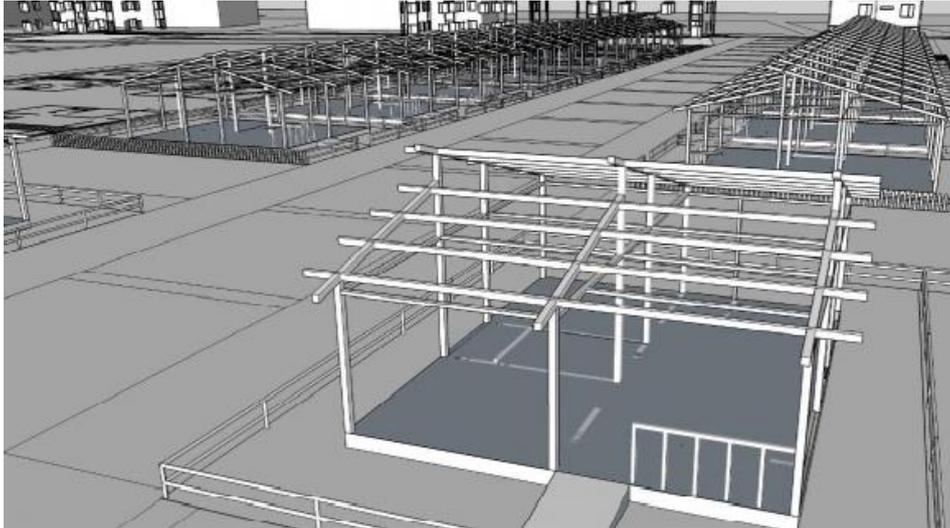


Figura 10: Esquema del sistema de resistencia a cargas de la vivienda unifamiliar (1D) con tipología de pórticos de estructura metálica.

Las características y dimensiones de la vivienda unifamiliar (1D), se muestran resumidas en la Tabla 3. Del mismo modo, la distribución de los espacios de esta vivienda se muestra en la Figura 11.

Tabla 3: Características y dimensiones de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.

Descripción	Características	Dimensiones	Unidades de medida
Lote	Tamaño del lote	10.30 x 12.60	[m]
	Área del lote	129.78	[m ²]
Área de construcción	Planta baja	50.00	[m ²]
	Planta progresión	32.53	[m ²]
Espacios de vivienda	Sala-comedor-cocina	19.50	[m ²]
	Dormitorio 1	8.55	[m ²]
	Dormitorio 2	8.67	[m ²]
	Baño	5.28	[m ²]
	Lavandería (exterior)	0.64	[m ²]

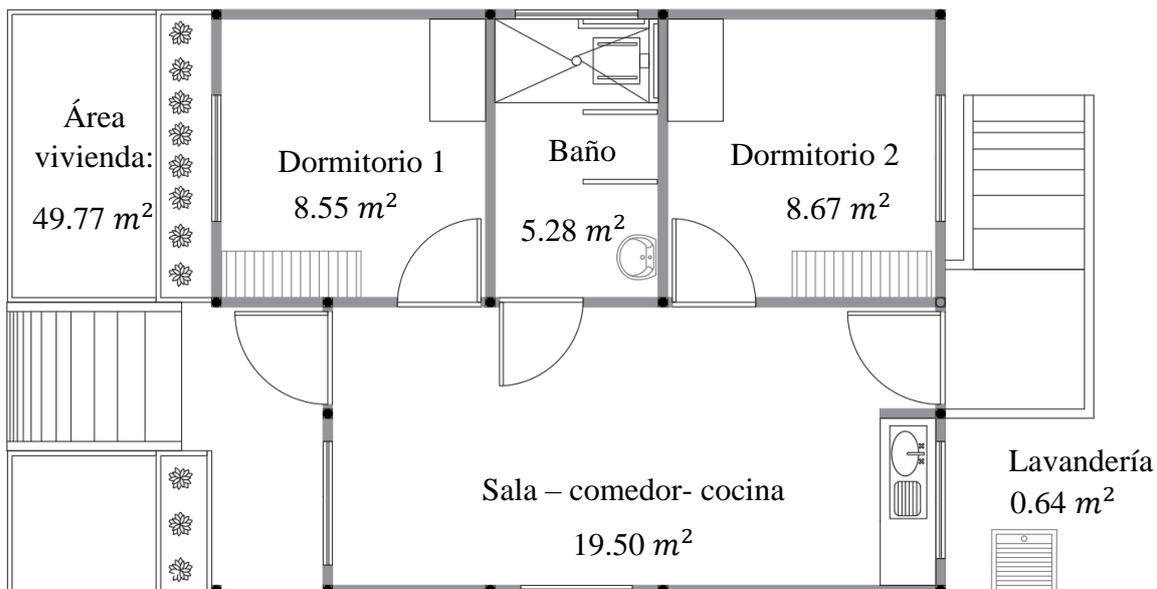


Figura 11: Plano arquitectónico y distribución de áreas habitacionales de la vivienda unifamiliar (1D) con tipología de pórticos de estructura metálica.

La vivienda multifamiliar tipología 4D, es diseñada de acuerdo con las normas establecidas en el “Oficio No. STHV-DMPPS-. Quito Alcaldía. 2018. Esta vivienda cuenta con un área total de construcción aproximada de 221.44 m² y área por departamento de 52.89 m² en la Tabla 4 se muestran las características y dimensiones de la vivienda y en la Figura 12 se muestra la distribución de espacios de esta vivienda.

Tabla 4: Características y dimensiones de la vivienda unifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.

Descripción	Características	Dimensiones	Unidades de medida
Lote	Tamaño del lote	9.36 x 14.77	[m]
	Área del lote	138.25	[m ²]
Área de construcción	Área total	221.44	[m ²]
	Área por departamento	52.89	[m ²]
Espacios de vivienda	Sala-comedor-cocina	17.78	[m ²]
	Dormitorio 1	6.45	[m ²]

Dormitorio 2	6.75	[m ²]
Dormitorio 3	7.62	[m ²]
Baño	2.50	[m ²]
Lavandería	2.43	[m ²]

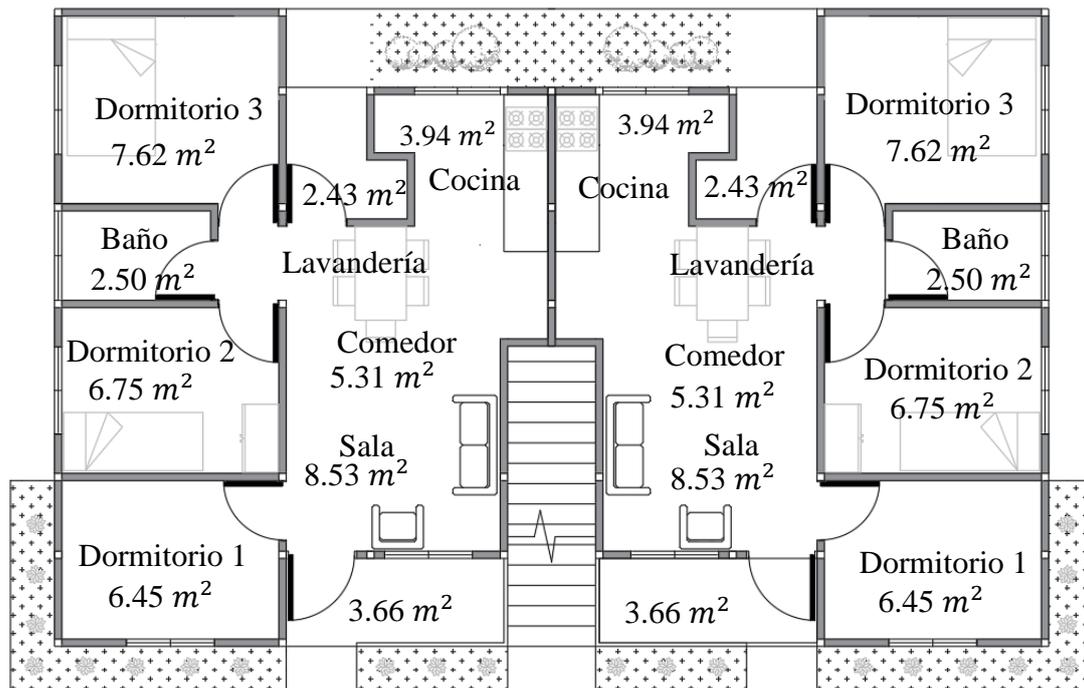
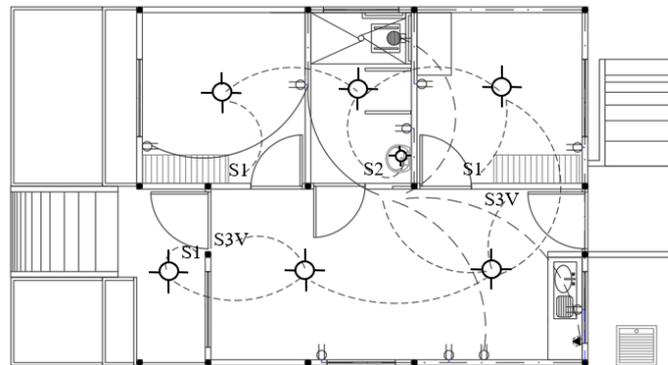


Figura 12: Plano arquitectónico y distribución de áreas habitacionales de la vivienda multifamiliar (4D) con tipología de mampostería confinada.

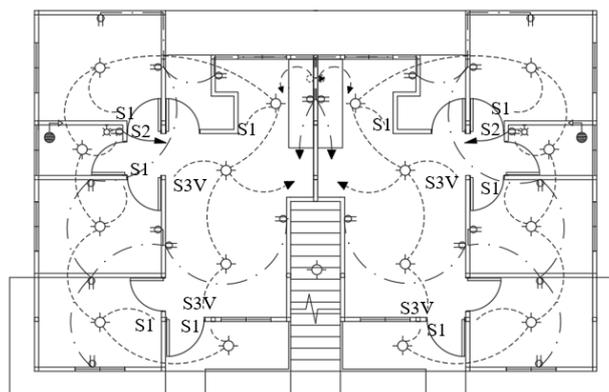
2.4.4.1. Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias

Con el propósito de estimar los costos de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, se propone un diseño y ubicación de los sistemas. Para el sistema de instalaciones eléctricas domiciliarias que se muestra en la Figura 13 se emplearon tuberías Conduit de 1" y ½", cada uno de los puntos de iluminación constan de una boquilla empotrada al cielo raso y una caja redonda. Así mismo, se instalaron puntos de tomacorriente de 110V para electrodomésticos de uso diario (microondas, licuadora plancha, etc.) y 220V para instalaciones especiales como lavadora, secadora y cocina de inducción. Adicional a ello,

cada vivienda consta de una caja térmica que abarca 6 breakers de 2 polos para cocina de inducción y 1 polo para las demás conexiones.



(a)



(b)

SIMBOLOGÍA		
SIMBOLO	DESCRIPCION	ALTURA
	LUMINARIA	
	LUMINARIA DE PARED	
	TOMACORRIENTE DOBLE	0.4m
	TOMACORRIENTE SIMPLE	0.4m
	TOMACORRIENTE ESPECIAL 220 V	0.4m
	INTERRUPTOR SIMPLE	1.4m
	INTERRUPTOR DOBLE	1.4m
	CONMUTACION	1.4m
	INTERRUPTOR TRIPLE	1.4m
	CONMUTADOR DOBLE	1.4m
	TIMBRE	2.2m
	TABLERO GENERAL	1.6m
	CABLE POR PARED	
	CIRCUITO DE TIMBRE	
	CABLE POR TECHO	
	PULSADOR	1.4m

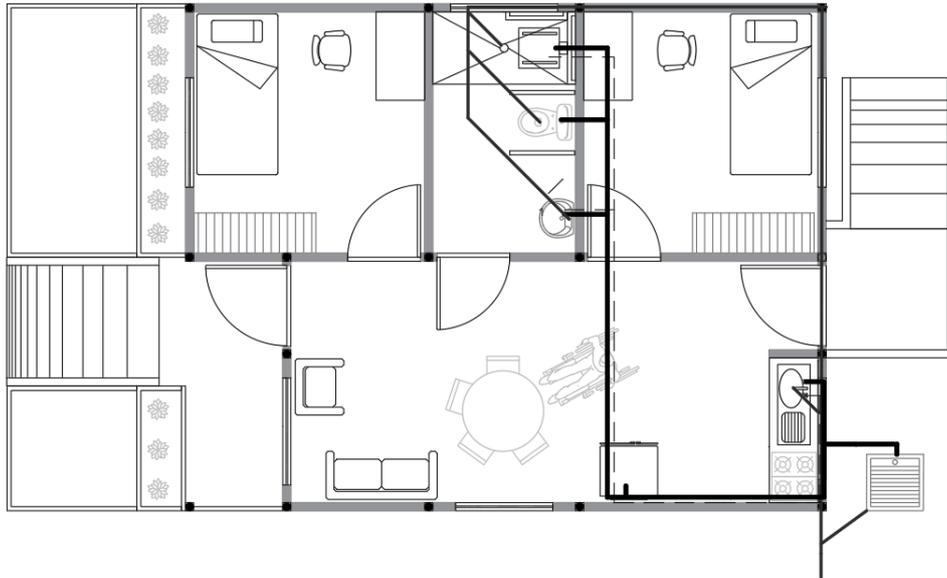
Leyenda

- Circuitos independientes
- Cable iluminación
- Cable tomacorriente

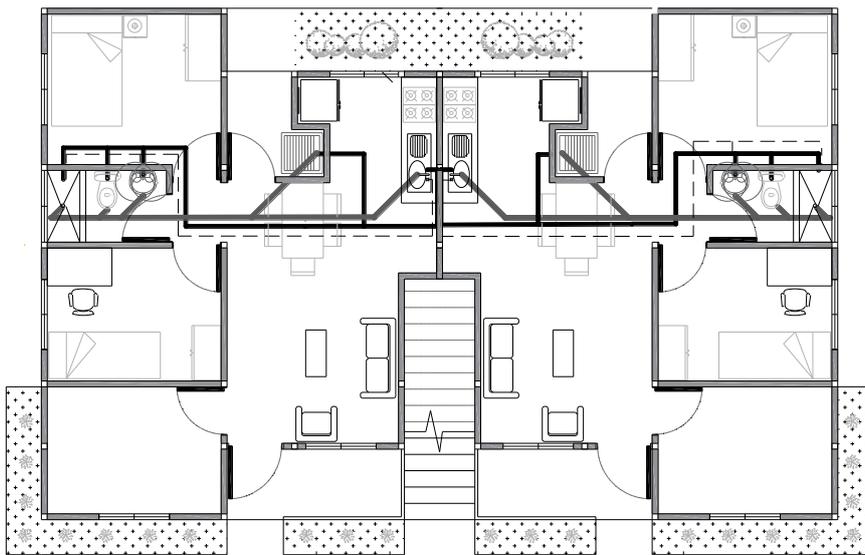
Figura 13: Plano de las instalaciones eléctricas de la (a) vivienda unifamiliar (1D) con tipología de pórticos de estructura metálica y de la (b) vivienda multifamiliar (4D) con tipología de mampostería confinada.

Para el sistema de instalaciones sanitarias que se muestra en la Figura 14 se realizan 3 conexiones distintas: agua caliente (rojo), agua fría (azul) y aguas servidas (verde). De este modo, para el sistema de tuberías de agua caliente se emplearon tuberías PVC de $\frac{1}{2}$ “y $\frac{3}{4}$ ”, para agua caliente se emplearon tuberías PVC de $\frac{1}{2}$ ”, $\frac{3}{4}$ ”, 1” y para el sistema de tuberías de aguas servidas se emplearon tuberías PVC de 4” y 6”. El sistema de agua caliente se instala únicamente para puntos estratégicos como el fregadero de la cocina, el lavabo y la ducha del baño. Por el contrario, el sistema de agua fría comprende el resto de conexiones de uso domiciliario: lavandería, lavadora, inodoro tanque, fregadero, lavamanos y por supuesto la ducha. A su vez, el sistema de aguas servidas comprende los puntos de agua del fregadero (cocina), lavabo, inodoro, tanque y la ducha (baño).

Adicional a ello, se instalaron dos puntos de desagüe: uno en la cocina y uno en el baño. Así mismo, se colocó una válvula check en la vivienda unifamiliar 1D y una en cada departamento de la vivienda multifamiliar 4D, con el propósito de permitir que el flujo se dirija en una dirección determinada.



(a)



(b)

Leyenda

Agua fría	—
Agua caliente	- - - -
Aguas servidas	- · - · - ·

Figura 14: Plano de las instalaciones hidrosanitarias de la (a) vivienda unifamiliar (1D) con tipología de pórticos de estructura metálica y de la (b) vivienda multifamiliar (4D) con tipología de mampostería confinada.

2.4.5. Cálculo del costo de reposición para la vivienda unifamiliar (1D) y para la vivienda multifamiliar (4D) de acuerdo con la metodología propuesta por el Municipio de la Ciudad de Quito, Ordenanza No.0093

En primer lugar, se procede a determinar el valor del puntaje total de los acabados exteriores de paredes, cubiertas, ventanas, vidrios y puertas; para la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica y para la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada de acuerdo con lo establecido en la Tabla 11 del Anexo A, los resultados obtenidos para la vivienda (1D) se muestran en la Tabla 5 y para la vivienda (4D), se muestran en la Tabla 6, tal y como se observa a continuación:

Tabla 5: Tabla del cálculo del puntaje de acabados exteriores de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica según la metodología de la Ordenanza No.0093 del DMQ.

Paredes	Enlucido y pintado	3
Cubierta	Steel panel	2
Marcos de ventana	Aluminio común natural	4
Vidrios	Claro	2
Puerta	Madera ordinaria	1
Total		12

Tabla 6: Tabla del cálculo del puntaje de acabados exteriores de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada según la metodología de la Ordenanza No.0093 del DMQ.

Paredes	Enlucido y pintado	3
Cubierta	No tiene (solo losa)	5
Marcos de ventana	Aluminio común natural	4
Vidrios	Claro	2
Puerta	Madera ordinaria	1
Total		15

Así pues, de acuerdo con los parámetros establecidos en la Tabla 2 anteriormente mostrada y los puntajes obtenidos en las Tablas 5 y 6, se determina la siguiente

clasificación del nivel socioeconómico mostrado en la Tabla 7 tanto para la vivienda (1D) como para la (4D):

Tabla 7: Tabla de clasificación del nivel socioeconómico de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica y de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada de acuerdo al puntaje según la metodología de la Ordenanza No.0093 del DMQ.

Puntaje	Nivel Socioeconómico	Nomenclatura
11 a 17	Normal	C

Ahora bien, según lo estipulado en la Tabla 12 del Anexo A, se tiene para la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica un costo de construcción por m^2 de \$395, trescientos noventa y cinco dólares estadounidenses con cero centavos y para la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada un costo de construcción por m^2 de \$361, trescientos sesenta y un dólares estadounidenses con cero centavos de acuerdo con la metodología propuesta en la Ordenanza No.0093 por el DMQ.

2.4.6. Cálculo de los costos de reposición para la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de estructura metálica y para la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada de acuerdo con el método de precios unitarios (APUS)

El análisis de precios unitarios (APUS) se realizó en su mayoría empleando los valores referenciales establecidos en la Cámara de la Industria de la Construcción (CAMICON, 2020), donde se establecen los costos unitarios (costos directos) de los rubros desglosados en materiales, mano de obra y equipo. Sin embargo, para la obtención de rubros estructurales y sanitarios, se emplea el Generador de Precios

Ecuador y para la obtención de rubros eléctricos se utiliza el generador de precios INSUCONS. Además, para el cálculo de las cantidades de obra de los distintos rubros, se emplean los planos arquitectónicos, estructurales, eléctricos y sanitarios tanto de la vivienda unifamiliar (1D) como de la vivienda multifamiliar (4D) mostrados en el Anexo B: Planos arquitectónicos y de ingenierías de las viviendas unifamiliar (1d) con una tipología de pórticos de estructura metálica y multifamiliar (4d) con una tipología de mampostería confinada de este documento. En la Tabla 8 se muestra un resumen por capítulos de los costos directos estimados para la vivienda (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica y en la Tabla 9 para la vivienda (4D) con una tipología de mampostería confinada.

Tabla 8: Análisis de precios unitarios (APUS) de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.

Descripción	Costo \$
Preliminares	223,34 \$
Estructura	1668,06 \$
Cimentación	14876,88 \$
Relleno	1980,65 \$
Pared	3931,35 \$
Piso	1627,14 \$
Cielo raso	712,71 \$
Carpintería	1086,05 \$
Cubierta	919,36 \$
Aparato hidrosanitario	520,55 \$
Instalaciones eléctricas	672,75 \$
Instalaciones hidrosanitarias	1014,03 \$
Obra exterior	136,36 \$
Costo total	29369,24 \$
Área total	73,71 [m²]
Costo por m²	398,44 \$

De este modo, se observa para la vivienda unifamiliar (1D) un costo de construcción por m^2 de \$398,44 trescientos noventa y ocho dólares estadounidenses con cuarenta y cuatro centavos.

Tabla 9: Análisis de precios unitarios (APUS) de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.

Descripción	Costo \$
Preliminares	418,90 \$
Estructura	20918,64 \$
Cimentación	23446,76 \$
Relleno	3679,34 \$
Pared	12697,41 \$
Piso	7153,31 \$
Cielo raso	3342,00 \$
Carpintería	5137,87 \$
Cubierta	4057,89 \$
Aparato hidrosanitario	2082,20 \$
Instalaciones eléctricas	3248,27 \$
Instalaciones hidrosanitarias	2549,03 \$
Obra exterior	431,75 \$
Costo total	89163,38 \$
Área total	233,37 m²
Costo por m²	382,07 \$

Finalmente, se obtuvo como resultado para la vivienda multifamiliar (4D) un costo por m^2 de \$382,07 trescientos ochenta y dos dólares estadounidenses con siete centavos.

2.4.7. Análisis de resultados

Se realiza un análisis comparativo entre los precios referenciales de los costos de reposición por m^2 obtenidos del estudio del modelo de amenaza sísmica de Medellín vs los costos de reposición obtenidos en este estudio para el Distrito Metropolitano de Quito, esta comparación se muestra en la Tabla 10. Así pues, se obtiene para la ciudad de Medellín, un costo de reposición por m^2 de 355.75\$ para la tipología de pórticos de estructura metálica; mientras que para el DMQ se obtiene un costo de reposición de

398.44\$ para la misma tipología. De igual manera, se obtiene en la ciudad de Medellín un costo de reposición por m² de \$344.05 para la vivienda con una tipología de mampostería confinada; mientras que para la ciudad de Quito se obtiene un costo total por m² de 392.13\$/m².

Tabla 10: Comparación del costo de reposición entre las viviendas con una tipología de pórticos de estructura metálica y las viviendas con una tipología de mampostería confinada entre las ciudades de Medellín y Quito.

País	Ciudad	Costo de reposición por m ² para la tipología de pórticos de estructura metálica	Costo de reposición por m ² para la tipología de mampostería confinada
Colombia	Medellín	\$ 355,75	\$ 344,05
Ecuador	Quito	\$ 398,44	\$ 392,13

3. CONCLUSIONES

Debido a la importancia de estimar las pérdidas económicas dentro de un análisis de riesgo sísmico de la ciudad de Quito. En este estudio se realiza la estimación de los costos de reposición de las viviendas que representan el mayor porcentaje dentro de la ciudad. Así pues, las tipologías analizadas, fueron seleccionadas dentro de un amplio grupo de tipologías estructurales, con el fin de conocer la estimación real del avalúo de los costos de reposición de una vivienda de un piso con una tipología de pórticos de estructura metálica y de una vivienda de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.

El resultado del cálculo del costo total de reposición de acuerdo con el método de la Ordenanza No.0093 para la vivienda de un piso con una tipología de pórticos de estructura metálica y un área de 73.71 m² fue de \$29,115.45 veintinueve mil ciento quince dólares estadounidenses con cuarenta y cinco centavos, lo que representa un costo total por metro cuadrado de 395\$ trescientos noventa y cinco dólares. Mientras

que el costo total de reposición para la vivienda de dos pisos con una tipología de mampostería confinada y un área de $233.37 m^2$ es de \$84,246.57 ochenta y cuatro mil doscientos cuarenta y seis dólares estadounidenses con cincuenta y siete centavos, lo que representa un costo total de reposición por metro cuadrado de \$361 trescientos sesenta y un dólares estadounidenses.

Ahora bien, de acuerdo con el cálculo del costo total de reposición de acuerdo con el método de análisis de precios unitarios (APUS) para la para la vivienda de un piso con una tipología de pórticos de estructura metálica y un área de $73.71 m^2$ fue de \$29,369.01 veintinueve mil trescientos sesenta y nueve dólares estadounidenses, lo que representa un costo total por metro cuadrado de 398,44\$ trescientos noventa y ocho dólares con cuarenta y cuatro centavos. Mientras que el costo total de reposición para la vivienda de dos pisos con una tipología de mampostería confinada y un área de $233.37 m^2$ es de \$89,147,34 ochenta y nueve mil ciento cuarenta y siete dólares estadounidenses con treinta y cuatro centavos, lo que representa un costo total de reposición por metro cuadrado de \$382 trescientos ochenta y dos dólares estadounidenses.

De este modo y en concordancia con los resultados presentados en este estudio, establecemos el método de análisis de precios unitarios como la metodología exacta comparada con el método de la Ordenanza No. 0093 del DMQ; ya que este método toma en cuenta el desglose de todos los rubros involucrados en la construcción de la vivienda y los desglosa en materiales, mano de obra, equipo, etc. Mientras que el método propuesto por la ordenanza No.0093 toma en cuenta estos rubros de una forma aproximada. De los resultados obtenidos por los dos métodos se obtiene para la vivienda (1D) de un piso con una tipología de pórticos de estructura metálica el error de la metodología de la Ordenanza N0.0093 respecto al análisis de precios unitarios es de

menos 0.87%, mientras que para la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada se obtiene un error de menos 7.9%. Con esto se concluye que la metodología de la Ordenanza da valores cercanos y aproximados con la diferencia entre el 1% y 8%. Adicional a ello, cabe mencionar que para el análisis de precios unitarios se emplearon los costos actuales de cada uno de los rubros anteriormente mencionados, estos costos, fueron tomados de los rubros referenciales proporcionados por la CAMICON al 2021, a diferencia de la metodología de la Ordenanza NO.0093 que fue expedida en el año 2015. A partir de esto se recomienda realizar una revisión y actualización de los precios empleados para generar las distintas tablas del método de la Ordenanza NO.0093.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado, A., Audin, L., Nocquet, J., Lagreulet, S., Segovia, M., Font, Y., Quidelleur, X. (15 de Febrero de 2014). Active tectonics in Quito, Ecuador, assessed by geomorphological studies, GPS data, and crustal seismicity. *Tectonics*, 67-83.
- Armesto, A., Delgadino, F., Reina, J., Arranz, P., Bracamonte, R., & Albrisi, S. (2015). *Precio y costo de las construcciones*. Córdoba: Brujas.
- Arquitectos del Cuerpo Suizo de Ayuda Humanitaria, Carlevaro, N., Roux-Fouillet, G., & Schacher, T. (2017). *Guía para la construcción de viviendas sismo-resistentes en mampostería confinada*. Berna: COSUDE.
- Ayala, C., Sosa, D., & Chicaiza, M. (2017). *Modelo de Exposición y Costo de Reposición del Área Urbana del Distrito Metropolitano de Quito (D.M.Q)*. Quito: EPN.
- Beauval, C., Yepes, H., Audin, Laurence, Alvarado, A., Nocquet, J., Danciu, L. (2014). Probabilistic seismic hazard assessment in Quito, estimates and uncertainties. *Seismological Research Letter*, 1-32.
- Cámara de la Industria de la Construcción. (2020). Costo promedio de arriendo y venta por metro cuadrado en Quito. *Construcción*, 48-121.
- Concejo Metropolitano de Quito. (2015). *Ordenanza No.0093*. Quito, Ecuador.
- Redacción El Comercio, "La ciudad está en una zona propensa a sismos", en *El Comercio*, Ecuador, 28 de mayo 2019.

- IGEPN. (09 de Agosto de 2011). *Instituto Geofísico*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/466-sismo-de-pomasqu%C3%AD-10-de-agosto-de-1990>
- IGEPN. (05 de Marzo de 2012). *Instituto Geofísico*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/601-los-terremotos-del-nor-orientedel-ecuador-del-5-de-marzo-de-1987#:~:text=Los%20terremotos%20del%20Nor%20Oriente%20del%20Ecuador%20del%205%20de%20marzo%20de%201987,-5%20de%20marzo&text=El%205%20de%20marzo%20>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2011). Resultados del Censo 2010 de población y vivienda en el Ecuador. *Fascículo Provincial Pichincha*, 1-8.
- Maldonado, J. (2009). *Análisis de Métodos para la Obtención del Valor Neto de Reposición de Bienes Inmuebles*. México D.F.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, & Cámara de la Industria de la Construcción. (2015). *Norma Ecuatoriana De La Construcción*.
- Varela, L. (2005). Costo por Metro Cuadrado de Construcción. En L. Varela, *Costo por Metro Cuadrado de Construcción* (pág. 166). México: InterCost S.A.
- Vasquez, L. (s.f.). *Diseño de estructuras de cimentación de acuerdo a NSR-10*. Medellín, Colombia: Coordinación Editorial.
- Yamin, L., Ghesquiere, F., Cardona, O., & Ordaz, M. G. (2013). *Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre El caso de Bogotá Colombia*. Bogotá: Banco Mundial.
- Yépez, F., Barbat, A., & Canas, J. (1995). *Riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica de edificios de mampostería*. Barcelona: CIMNE.

**5. ANEXO A: MÉTODO DEL PRECIO DEL VALOR UNITARIO
PROPUESTO POR EL MUNICIPIO DE QUITO SEGÚN LA ORDENANZA
NO.0093.**

Tabla 11: Tabla de puntaje de acabados exteriores de paredes, cubiertas, ventanas, vidrios y puertas de acuerdo a la metodología de la Ordenanza No.0093 del Distrito Metropolitano de Quito.

	Vidrio	8
	Alucobón	7
	Espacato/mármol/ piedra importada	7
	Fachaleta/cerámica	6
	Grafiado/estucado	5
	Hormigón arquitectónico	4
PAREDES	Enlucido y pintado	3
	Enlucido sin pintura	2
	Sin enlucido con pintura	1
	No tiene o mampostería sin enlucir	0
	Madera terminada	6
	Madera ordinario	1
	Steel panel	1
	Teja asfáltica	7
	Teja industrial	7
	Teja común	3
	Policarbonato/ acrílico	4
CUBIERTA	Asbesto cemento	3
	Steel panel	2
	Zinc	1
	Cerámica/gress	5
	No tiene (solo losa)	5
	Aluminio anodizado	5
	Aluminio común natural	4
MARCOS DE	Hierro	3
	Madera tratada	6
VENTANA	PVC	3
	Madera ordinaria	2
	No tiene	1
	Laminado polarizado reflectivo	4
	Bronce color/vitrales	2
VIDRIOS	Claro	2
	Catedral	1
	No tiene	0
	MDF	3
	Madera maciza/madera y hierro	3
PUERTA	Vidrio/aluminio con vidrio	3
	Madera con hierro	2
	Hierro/puerta enrollable	2
	Madera ordinaria o no tiene	1

Tabla 13: Tabla de cálculo del costo de construcción por m² de acuerdo al tipo de estructura, condición de la propiedad y acabados para edificaciones de 6-9pisos de acuerdo con el puntaje determinado en la Tabla 14 según la metodología de la Ordenanza No.0093 del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

TIPO DE ESTRUCTURA	6-9 PISOS ACABADOS								MÁS DE 9 PISOS ACABADOS							
	C		D		E		F		C		D		E		F	
	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL	UNIPROPIEDAD	PROPIEDAD HORIZONTAL
HORMIGÓN ARMADO	444	450	595	655	875	954	1,162	1,275	472	479	655	681	986	1,083	1,356	1,485
ACERO METÁLICO	415	421	638	706	904	993	1,399	1,316	444	450	661	731	1,022	1,122	1,406	1,539

6. ANEXO B: PLANOS ARQUITECTÓNICOS Y DE INGENIERÍAS DE LAS VIVIENDAS UNIFAMILIAR (1D) CON UNA TIPOLOGÍA DE PÓRTICOS DE ESTRUCTURA METÁLICA Y MULTIFAMILIAR (4D) CON UNA TIPOLOGÍA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA.

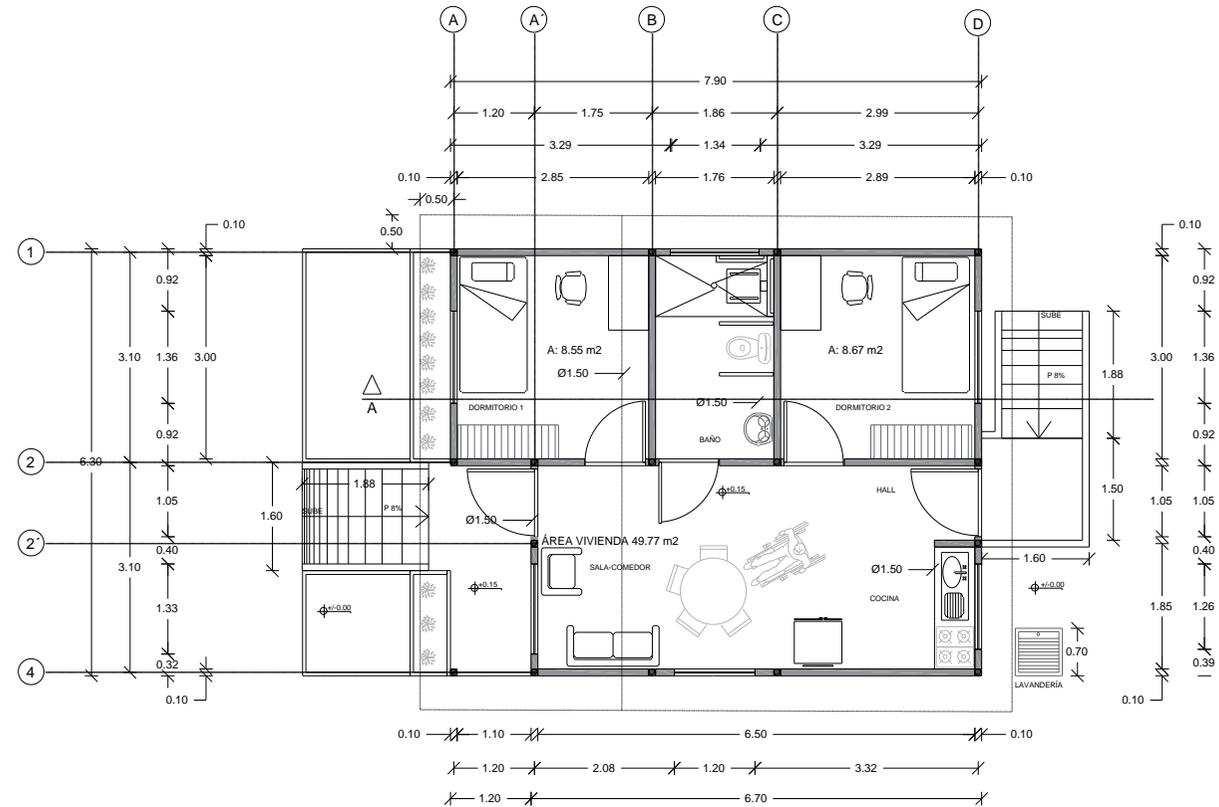


Figura 15: Plano arquitectónico de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.

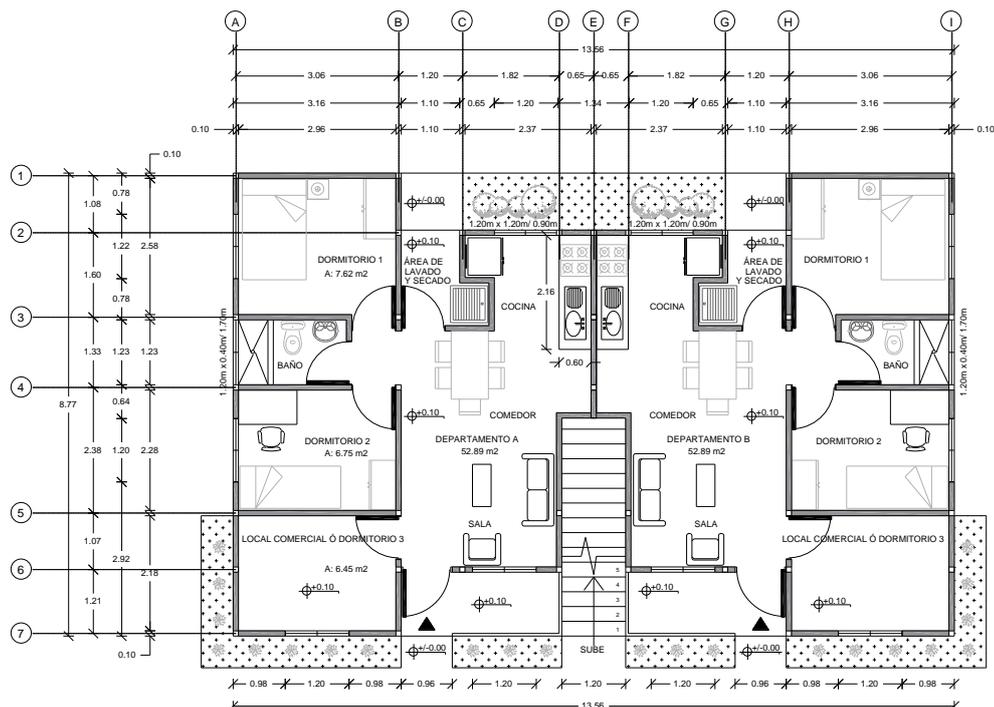


Figura 16: Plano arquitectónico de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.

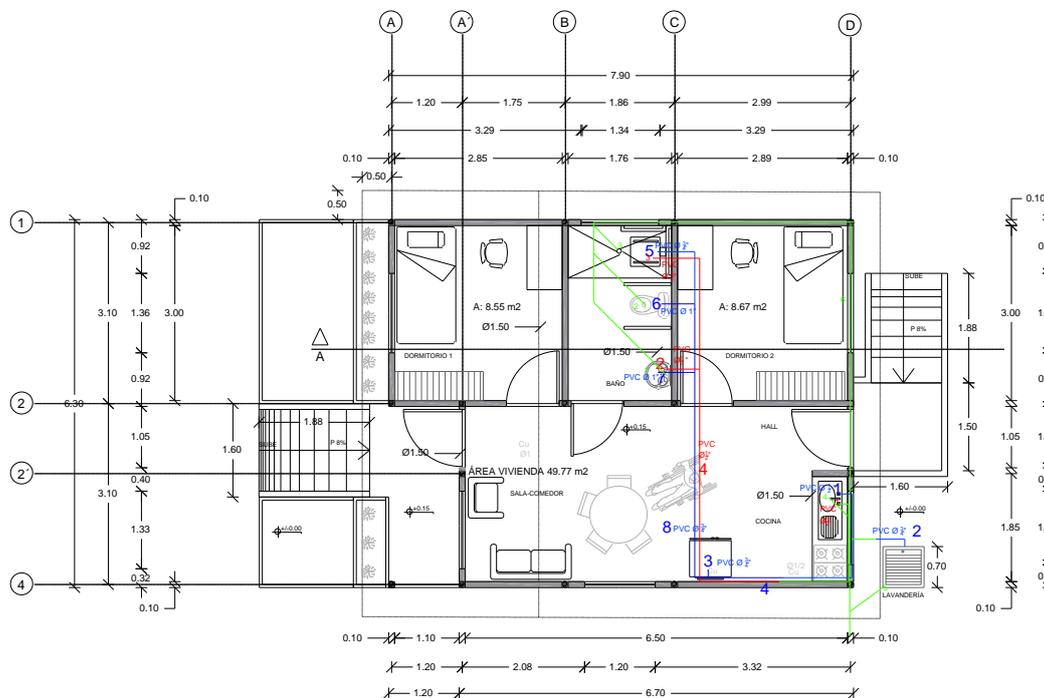


Figura 17: Plano hidrosanitario de conexiones para agua caliente, agua fría y aguas servidas de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.

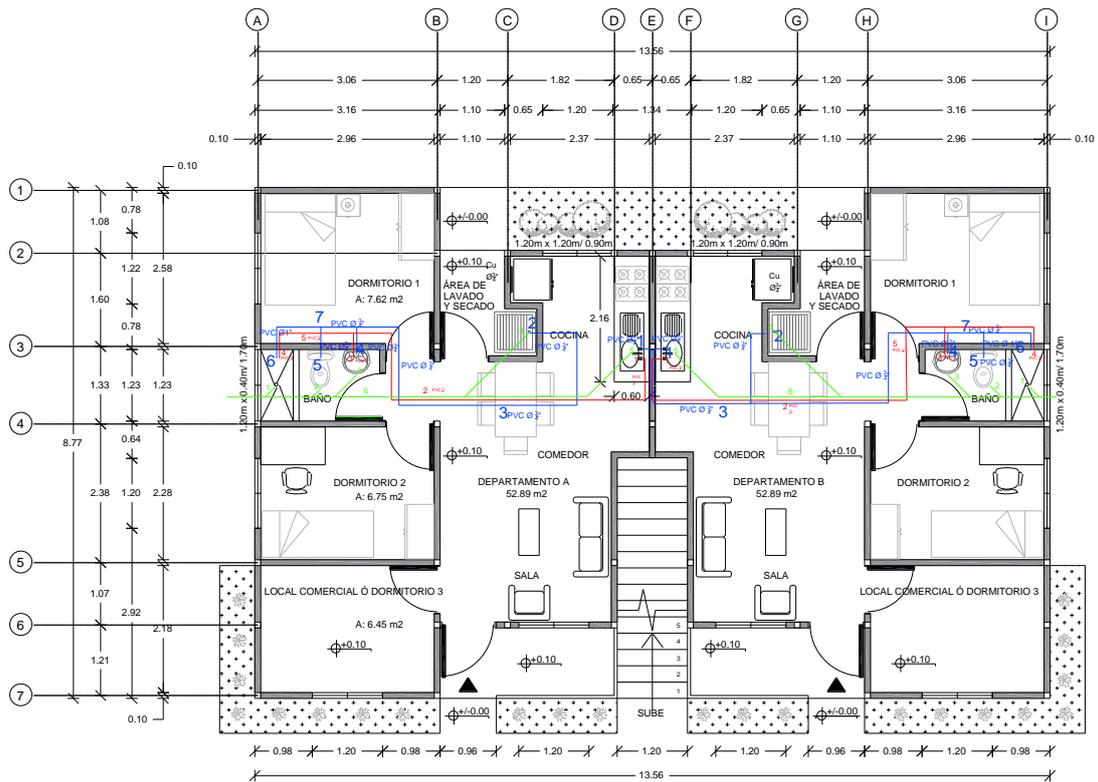


Figura 18: Plano hidrosanitario de conexiones para agua caliente, agua fría y aguas servidas de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.

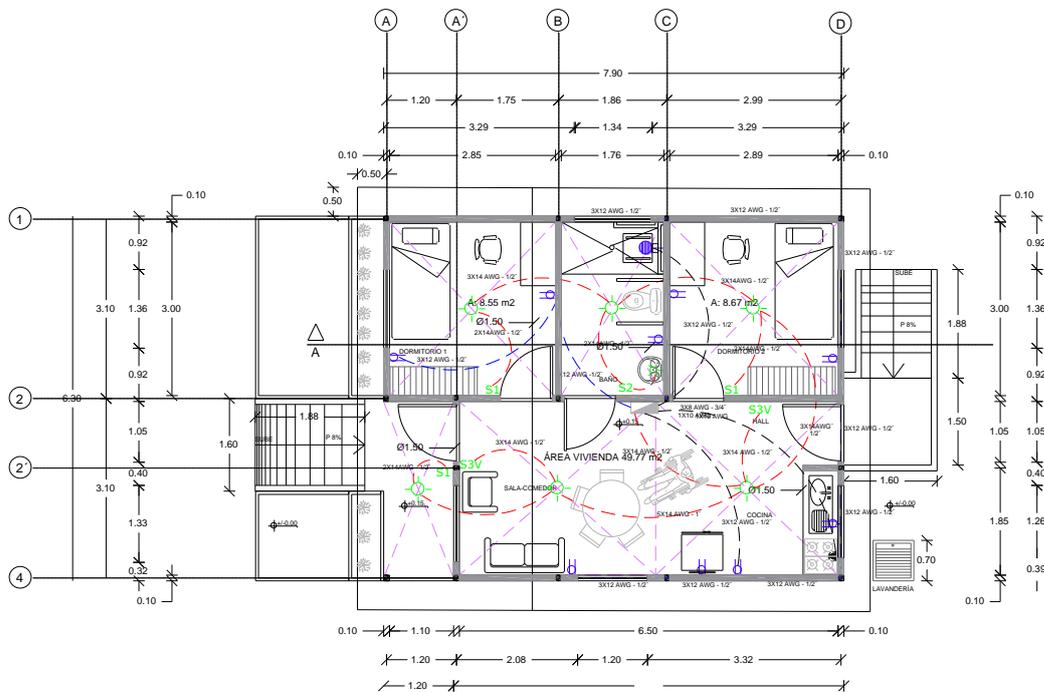


Figura 19: Plano eléctrico de circuitos independientes, iluminación y tomacorrientes de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.

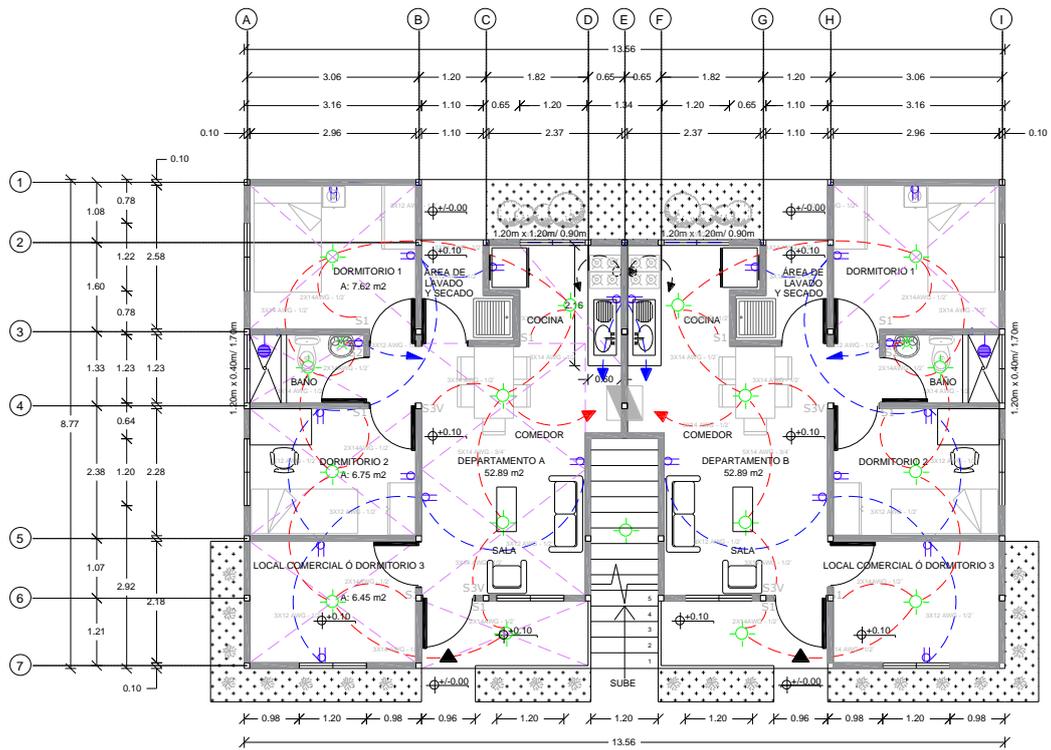


Figura 20: Plano eléctrico de circuitos independientes, iluminación y tomacorrientes de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.

7. ANEXO C: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APUS) PARA LA VIVIENDA UNIFAMILIAR (1D) DE UN PISO CON UNA TIPOLOGÍA DE PÓRTICOS DE ESTRUCTURA METÁLICA.

Tabla 14: Análisis de precios unitarios (APUS) de la vivienda unifamiliar (1D) con una tipología de pórticos de estructura metálica.

Descripción	Unidad	Materiales	Mano de obra	Equipo	Costo directo \$/unidad	Cantidades	Costo \$
Preliminares							
Limpieza manual del terreno	m2	0,00	1,28	0,06	1,34	73,71	98,77 \$
Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	0,10	1,23	0,36	1,69	73,71	124,57 \$
Estructura							
Placa de anclaje de acero de 200x200x8 mm	u	5,87	4,17	0,25	10,29	15,00	154,35 \$
Columna perfil tubular 100x100x3 mm	kg	1,05	0,26	0,08	1,39	389,47	541,37 \$
perfil tubular rectangular 200x100x3 mm	kg	1,05	0,26	0,10	1,41	199,66	281,52 \$
perfil tubular rectangular 100x50x2 mm	kg	1,05	0,26	0,10	1,41	175,53	247,50 \$
Perfil tipo g 100x50x15x2 mm	kg	1,07	0,49	0,34	1,90	233,33	443,32 \$
Cimentación							
Excavación manual en cimientos y plintos	m3	0,00	9,81	0,49	10,30	294,84	3036,85 \$
Excavación h=3 a 4 m a máquina (excavadora)	m3	0,00	1,44	4,37	5,81	294,84	1713,02 \$
Losa de cimentación 8 cm	m3	200,03	2,57	24,79	227,39	39,82	9053,76 \$
Contrapiso e= 8 cm incluye malla electrosoldada	m2	10,25	8,84	2,44	21,53	49,77	1071,55 \$
Cementina	funda	0,34	0,00	0,00	0,34	5,00	1,70 \$
Relleno							
Relleno compactado con suelo natural	m3	0,02	4,09	2,47	6,58	294,84	1940,05 \$
Transporte de material	m3*km	0,00	0,05	0,24	0,29	140,00	40,60 \$

Pared

Mampostería de bloque prensado alivianado 40x20x15 cm mortero 1:6, e= 2.5 cm	m2	5,80	4,70	0,28	10,78	117,91	1271,03 \$
Mesa de cocina hormigón armado encofrado a= 0.5 m	m	20,53	17,04	0,85	38,42	1,20	46,10 \$
Enlucido vertical interior, paletado fino, mortero 1:4, e= 1,50 cm	m2	1,22	3,98	0,23	5,43	117,91	640,23 \$
Enlucido vertical liso exterior, mortero 1:4 con impermeabilizante	m2	1,52	6,12	0,35	7,99	96,96	774,70 \$
Empaste exterior	m2	1,88	1,91	0,12	3,91	96,96	379,11 \$
Empaste interior	m2	0,69	1,53	0,10	2,32	117,91	273,54 \$
Pintura de caucho exterior, látex vinilo acrílico	m2	1,11	1,53	0,14	2,78	96,96	269,55 \$
Pintura de caucho interior, látex vinilo acrílico	m2	1,11	1,15	0,09	2,35	117,91	277,08 \$

Piso

Cerámica nacional para pisos 30x30cm	m2	17,22	5,37	0,80	23,39	49,77	1164,12 \$
Encementado exterior, mortero 1:3,e= 3cm	m2	2,81	7,29	0,36	10,46	10,63	111,15 \$
Masillado alisado de pisos, mortero 1:3, e= 1 cm	m2	0,89	2,68	3,50	7,07	49,77	351,87 \$

Cielo raso

Cielo raso gypsum, 1/2", inc. Empaste y pintura	m2	6,57	6,75	1,00	14,32	49,77	712,71 \$
-------------------------------------------------	----	------	------	------	-------	-------	-----------

Carpintería

Ventana corrediza de aluminio natural y vidrio flotado 6 mm (1.20*1 m)	m2	43,52	7,65	2,65	53,82	7,20	387,50 \$
Puerta tamborada blanca 0.70 m, inc. Marco y tapa marco	u	91,44	28,25	1,41	121,10	5,00	605,50 \$
Cerradura llave-llave, tipo cesa nova cromada	u	16,57	3,82	0,74	21,13	2,00	42,26 \$
Cerradura pasillo, tipo cesa nova cromada	u	12,37	3,82	0,74	16,93	3,00	50,79 \$

Cubierta

Cubierta de galvalume prepintado e= 40 mm	m2	14,93	2,30	0,45	17,68	52,00	919,36	\$
Aparato hidrosanitario								
Inodoro blanco línea económica	u	101,87	23,19	1,16	126,22	1,00	126,22	\$
Lavamanos con pedestal (no inc. Grifería)	u	50,07	17,83	0,89	68,79	1,00	68,79	\$
Juego de grifería para lavamanos	u	129,31	11,49	0,57	141,37	1,00	141,37	\$
Lavaplatos 1 pozo grifería tipo cuello de ganso	u	164,88	18,37	0,92	184,17	1,00	184,17	\$
Instalaciones eléctricas								
Acometida eléctrica 220 v	m	3,12	4,05	0,20	7,37	1,00	7,37	\$
Breakers corta circuitos 1p 15-40 AMP (iluminación, tomacorriente 20 AMP, baño, lavadora)	u	8,40	2,01	0,10	10,52	4,00	42,08	\$
Breakers corta circuitos 2p 15-60 AMP (ducha, cocina)	u	8,90	2,01	0,10	11,02	2,00	22,04	\$
Punto de iluminación conmutada	pto	12,57	11,49	0,57	24,63	1,00	24,63	\$
Punto de iluminación. Conductor n° 12, sin aplique	pto	9,68	10,72	0,54	20,94	6,00	125,64	\$
Punto de tomacorriente 220 v tubo conduit 1"	pto	28,92	17,22	0,86	47,00	1,00	47,00	\$
Punto de tomacorriente doble 110 v, tubo conduit EMT. 1/2"	pto	17,50	9,18	0,46	27,14	9,00	244,26	\$
Punto interruptor doble (aplique)	pto	3,51	8,80	0,44	12,75	1,00	12,75	\$
Punto interruptor conmutado (aplique)	pto	4,25	8,80	0,44	13,49	2,00	26,98	\$
Punto interruptor simple (aplique)	pto	2,19	8,15	0,41	10,75	3,00	32,25	\$
Tablero control ge 4-8 ptos	u	39,70	14,91	0,75	55,36	1,00	55,36	\$
Tubería conduit 1/2" (provisión e instalación) interruptor	m	0,40	0,36	0,02	0,78	1,00	0,78	\$
Tubería conduit 1"	m	1,02	0,36	0,02	1,40	22,58	31,61	\$
Instalaciones hidrosanitarias								
PVC de 1" agua fría	m	2,69	4,77	0,24	7,70	1,14	8,78	\$
PVC de 3/4 " agua fría roscable inc. Accesorios	pto	19,21	15,31	0,77	35,29	4,00	141,16	\$

PVC de 1/2" agua fría roscable inc. Accesorios	pto	10,43	14,91	0,75	26,09	1,00	26,09	\$
Válvula 3/4"	u	17,77	6,10	0,31	24,18	10,00	241,80	\$
Válvula check 3/4"	u	18,52	6,10	0,31	24,99	7,00	174,93	\$
PVC agua caliente 1/2" roscable inc. Accesorios	pto	6,92	14,85	0,74	22,51	1,00	22,51	\$
PVC agua caliente de 3/4" roscable inc. Accesorios	pto	16,14	15,31	0,77	32,22	1,00	32,22	\$
Tubería PVC 6"	m	14,74	8,26	0,41	23,41	12,77	298,95	\$
Tubería PVC 4"	m	5,43	5,73	0,29	11,45	4,73	54,16	\$
Rejilla de piso 50 mm-cromada	u	5,11	1,53	0,08	6,72	2,00	13,44	\$
Obra exterior								
Limpieza final de la obra	m2	0,00	1,76	0,09	1,85	73,71	136,36	\$

Total	29,369.4	\$
Área	73,71	m ²
Precio por m2	398,44	\$

8. ANEXO D: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APUS) PARA LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR (4D) DE DOS PISOS CON UNA TIPOLOGÍA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA.

Tabla 15: Análisis de precios unitarios de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada.

Descripción	Unidad	Materiales	Mano de obra	Equipo	Costo directo	Cantidad 1 piso	Cantidad 2 pisos	Costo total
Preliminares								
Limpieza manual del terreno	m2	0,00	1,28	0,06	1,34	138,25	138,25	185,26 \$
Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m2	0,10	1,23	0,36	1,69	138,25	138,25	233,64 \$
Estructura								
Hormigón simple columnas f'c= 210 kg/cm2, inc. Encofrado	m3	136,05	102,59	50,32	288,96	9,5256	19,0512	5505,03 \$
Hormigón simple vigas, f'c= 210 kg/cm2, no inc. Encofrado	m3	79,10	40,24	11,36	130,70	8,0717	16,1434	2109,94 \$
Encofrado y desencofrada de vigas	m2	37,69	10,79	0,54	49,02	40,25	80,5	3946,11 \$
Losa de entrepiso e=10 cm	m2	26,5	7,47	0,805	34,775	116,69	233,38	8115,79 \$
Hormigón simple grada f'c=210 kg/cm2, escalón de 30x18x120 cm	m	90,08	39,88	19,65	149,61	4,15	8,3	1241,76 \$
Cimentación								
Hormigón simple cadenas f'c= 210 kg/cm2, no inc. Encofrado	m3	78,99	36,59	11,13	126,71	41,4	41,4	5245,79 \$
Hormigón simple grada f'c=210 kg/cm2, escalón de 30x18x120 cm	m	90,08	39,88	19,65	149,61	4,23	8,46	1265,70 \$
Excavación manual en cimientos y plintos	m3	0,00	9,81	0,49	10,30	553	553	5695,90 \$
Excavación h=3 a 4 m a máquina (excavadora)	m3	0,00	1,44	4,37	5,81	553	553	3212,93 \$
Losa de cimentación e=10 cm	m3	200,03	2,57	24,79	227,39	11,669	11,669	2653,41 \$

Contrapiso e= 8 cm incluye malla electrosoldada	m2	10,25	8,84	2,44	21,53	116,69	116,69	2512,34	\$
Cementina	funda	0,34	0,00	0,00	0,34	10,00	10,00	3,40	\$
Encofrado y desencofrado de vigas cimentación 60*60 cm	m2	31,00	9,91	0,50	41,41	69	69	2857,29	\$
Relleno									
Relleno compactado con suelo natural	m3	0,02	4,09	2,47	6,58	553	553	3638,74	\$
Transporte de material	m3 km	0,00	0,05	0,24	0,29	140	140	40,60	\$
Pared									
Mampostería de bloque prensado alivianado 40x20x15 cm mortero 1:6, e= 2.5 cm	m2	5,80	4,70	0,28	10,78	222,36	444,72	4794,08	\$
Mesa de cocina hormigón armado encofrado a= 0.5 m	m	20,53	17,04	0,85	38,42	0,86	1,72	66,08	\$
Enlucido vertical interior, paletado fino, mortero 1:4, e= 1,50 cm	m2	1,22	3,98	0,23	5,43	222,36	444,72	2414,83	\$
Enlucido vertical liso exterior, mortero 1:4 con impermeabilizante	m2	1,52	6,12	0,35	7,99	113,95	227,9	1820,92	\$
Empaste exterior	m2	1,88	1,91	0,12	3,91	113,95	227,9	891,09	\$
Empaste interior	m2	0,69	1,53	0,10	2,32	222,36	444,72	1031,75	\$
Pintura de caucho exterior, látex vinilo acrílico	m2	1,11	1,53	0,14	2,78	113,95	227,9	633,56	\$
Pintura de caucho interior, látex vinilo acrílico	m2	1,11	1,15	0,09	2,35	222,36	444,72	1045,09	\$
Piso									
Cerámica nacional para pisos 30x30cm	m2	17,22	5,37	0,80	23,39	116,69	233,38	5458,76	\$
Encementado exterior, mortero 1:3, e= 3cm	m2	2,81	7,29	0,36	10,46	4,26	4,26	44,56	\$
Masillado alisado de pisos, mortero 1:3, e= 1 cm	m2	0,89	2,68	3,50	7,07	116,69	233,38	1650,00	\$
Cielo raso									
Cielo raso gypsum, 1/2", inc. Empaste y pintura	m2	6,57	6,75	1,00	14,32	116,69	233,38	3342,00	\$
Carpintería									
Ventana corrediza de aluminio natural y vidrio flotado 6 mm	m2	43,52	7,65	2,65	53,82	16,8	33,6	1808,35	\$

Puerta tamborada blanca 0.70 m, inc. Marco y tapa marco	u	91,44	28,25	1,41	121,10	12	24	2906,40	\$
Cerradura llave llave, tipo cesa nova cromada	u	16,57	3,82	0,74	21,13	2	4	84,52	\$
Cerradura pasillo, tipo cesa nova cromada	u	12,37	3,82	0,74	16,93	10	20	338,60	\$
Cubierta									
Losa cubierta	m2	26,5	7,47	0,805	34,775	116,69	116,69	4057,89	\$
Aparato hidrosanitario									
Inodoro blanco línea económica	u	101,87	23,19	1,16	126,22	2	4	504,88	\$
Lavamanos con pedestal (no inc. Grifería)	u	50,07	17,83	0,89	68,79	2	4	275,16	\$
Juego de grifería para lavamanos	u	129,31	11,49	0,57	141,37	2	4	565,48	\$
Lavaplatos 1 pozo grifería tipo cuello de ganso	u	164,88	18,37	0,92	184,17	2	4	736,68	\$
Instalaciones eléctricas									
Acometida eléctrica 220 v	m	3,12	4,05	0,20	7,37	2,00	2,00	14,74	\$
Breakers corta circuitos 1p 15-40 AMP (iluminación, tomacorriente 20 AMP, baño,)	u	8,40	2,01	0,10	10,52	6,00	12	126,24	\$
Breakers corta circuitos 2p 15-60 AMP (ducha, cocina)	u	8,90	2,01	0,10	11,02	4,00	8	88,16	\$
Punto de iluminación conmutada	pto	12,57	11,49	0,57	24,63	2,00	4	98,52	\$
Punto de iluminación. Conductor n° 12, sin aplique	pto	9,68	10,72	0,54	20,94	17,00	34	711,96	\$
Punto de tomacorriente 220 v tubo conduit 1"	pto	28,92	17,22	0,86	47,00	2,00	4	188,00	\$
Punto de tomacorriente doble 110 v, tubo conduit emt. 1/2"	pto	17,50	9,18	0,46	27,14	24,00	48	1302,72	\$
Punto interruptor doble (aplique)	pto	3,51	8,80	0,44	12,75	2,00	4	51,00	\$
Punto interruptor conmutado (aplique)	pto	4,25	8,80	0,44	13,49	4,00	8	107,92	\$
Punto interruptor simple (aplique)	pto	2,19	8,15	0,41	10,75	11,00	22	236,50	\$
Tablero control ge 4-8 ptos	u	39,70	14,91	0,75	55,36	2,00	4	221,44	\$
Tubería conduit 1/2" (provisión e instalación)									
Interruptor	m	0,40	0,36	0,02	0,78	56,64	113,28	88,36	\$
Tubería conduit 1	m	1,02	0,36	0,02	1,40	4,54	9,08	12,71	\$

Instalaciones hidrosanitarias

PVC de 1" agua fría	m	2,69	4,77	0,24	7,70	0,84	1,68	12,94	\$
PVC de 3/4" agua fría roscable inc. Accesorios	pto	19,21	15,31	0,77	35,29	8	16	564,64	\$
PVC de 1/2" agua fría roscable inc. Accesorios	pto	10,43	14,91	0,75	26,09	4	8	208,72	\$
Válvula 3/4"	u	17,77	6,1	0,31	24,18	10	20	483,60	\$
Válvula check 3/4"	u	18,52	6,10	0,31	24,99	2	4	99,96	\$
PVC agua caliente 1/2" roscable inc. Accesorios	pto	6,92	14,85	0,74	22,51	6	12	270,12	\$
PVC agua caliente de 3/4" roscable inc. Accesorios	pto	16,14	15,31	0,77	32,22	2	4	128,88	\$
Tubería PVC 6"	m	14,74	8,26	0,41	23,41	11,92	23,84	558,09	\$
Tubería PVC 4"	m	5,43	5,73	0,29	11,45	7,35	14,7	168,32	\$
Rejilla de piso 50 mm-cromada	u	5,11	1,53	0,08	6,72	4	8	53,76	\$
Obra exterior									
Limpieza final de la obra	m2	0,00	1,76	0,09	1,85	116,69	233,38	431,75	\$

Total	89163,381	\$
Área	233,37	m ²
Precio por m2	382,068	\$

9. ANEXO E: DISEÑO DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR (4D) DE DOS PISOS CON UNA TIPOLOGÍA DE MAMPOSTERÍA CONFINADA EMPLEANDO EL SOFTWARE ETABS.

Tabla 16: Desglose de cargas viva y muerta aplicadas sobre la estructura de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada en el modelo realizado en el software ETABS.

Carga muerta		
Parámetro	Valor	Unidad
Losa	56,02	tonf
Mampostería	70,02	tonf
Contrapisos y recubrimientos	11,67	tonf
Instalaciones	4,67	tonf
Cielorrasos	4,67	tonf
Vigas	44,28	tonf
Columnas	45,72	tonf
Carga viva		
Parámetro	Valor	Unidad
Corredores	20,44	tonf
Área residencial	38,16	tonf
Total, carga muerta y carga viva de la estructura		
Parámetro	Valor	Unidad
Carga muerta total	237,04	tonf
Carga viva	58,60	tonf

Tabla 17: Coeficientes empleados para el análisis sísmico de la estructura de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada modelada en el software ETABS tomados de la NEC-2015 de acuerdo a la región de análisis.

Parámetro	Valor
I	1
Z	0,4
Tipo de suelo	C
Fa	1,2
Fd	1,11
Fs	1,11
Tc	0,56
To	0,10
n	2,48
Sa	1,19
R	2
Coeficiente cortante basal	0,59

Tabla 18: Coeficientes empleados para el análisis sismorresistente de la estructura de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada modelada en el software ETABS tomados de la NEC-2015 de acuerdo a la región de análisis.

Parámetro	Valor	Unidades
I	1	-
Φ_p	1	-
Φ_E	1	-
R	1	-
Ct	0,055	
Hn	5,04	m
Alpha	0,9	-
T	0,236	seg
Sa	1,1904	g
W	225,61	tonf
Coef. V	1,1904	-
V	268,57	tonf
k	1	

Tabla 19: Cálculo de cargas horizontales por piso para el cálculo sísmico estático de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.

Piso	Hi (m)	Wi (tonf)	Wi*Hi ^k	Fx (tonf)
1	2,52	118,52	298,67	95,67
2	5,04	107,09	539,73	172,89
Suma		225,61	838,41	268,57

Tabla 20: Desglose de combinaciones de carga aplicadas sobre la estructura de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada modelada en el software ETABS.

COMBINACIONES DE CARGA

0,9D-(Ex/R)
 0,9D-(Ey/R)
 0,9D+(Ex-0,3Ey)/R
 0,9D+(-Ex-0,3Ey)/R
 0,9D+(Ex)/R
 0,9D+(Ex+0,3Ey)/R
 0,9D+(-Ex+0,3Ey)/R
 0,9D+(Ey-0,3Ex)/R
 0,9D+(-Ey-0,3Ex)/R
 0,9D+(Ey)/R
 0,9D+(Ey+0,3Ex)/R
 0,9D+(-Ey+0,3Ex)/R
 1,4D
 1,2D+1,6L+0,5S
 1,2D+1,6S+L
 1,2D+L+0,5S
 1,2D+L+(Ex-0,3Ey)/R+0,2S
 1,2D+L+(-Ex-0,3Ey)/R+0,2S
 1,2D+L+(Ex/R)+0,2S

$1,2D+L+(-Ex/R)+0,2S$
 $1,2D+L+(Ex+0,3Ey)/R+0,2S$
 $1,2D+L+(-Ex+0,3Ey)/R+0,2S$
 $1,2D+L+(Ey-0,3Ex)/R+0,2S$
 $1,2D+L+(-Ey-0,3Ex)/R+0,2S$
 $1,2D+L+(Ey/R)+0,2S$
 $1,2D+L+(-Ey/R)+0,2S$
 $1,2D+L+(Ey+0,3Ex)/R+0,2S$
 $1,2D+L+(-Ey+0,3Ex)/R+0,2S$
 $Ex-0,3Ey$
 $-Ex-0,3Ey$
 $Ex+0,3Ey$
 $-Ex+0,3Ey$
 $Ey-0,3Ex$
 $-Ey-0,3Ex$
 $Ey+0,3Ex$
 $-Ey+0,3Ex$

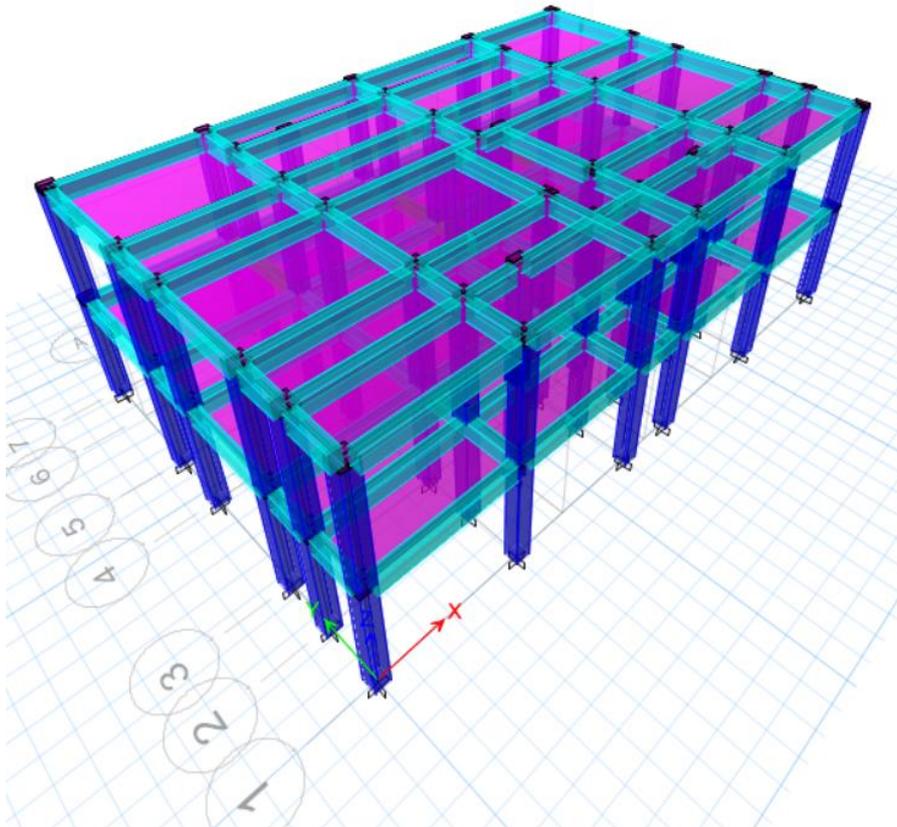


Figura 21: Vista en 3D del modelo extruido de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada realizado en el software ETABS.

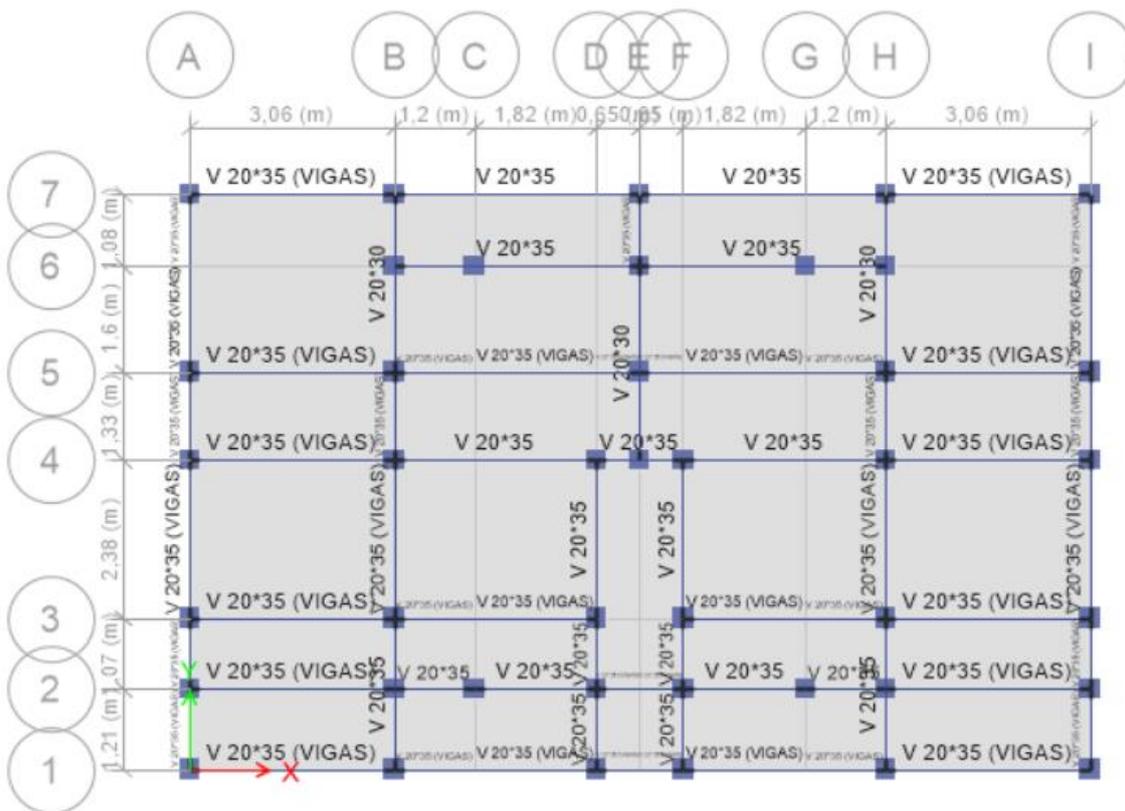


Figura 22: Vista en planta del modelo de la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada realizado en el software ETABS.

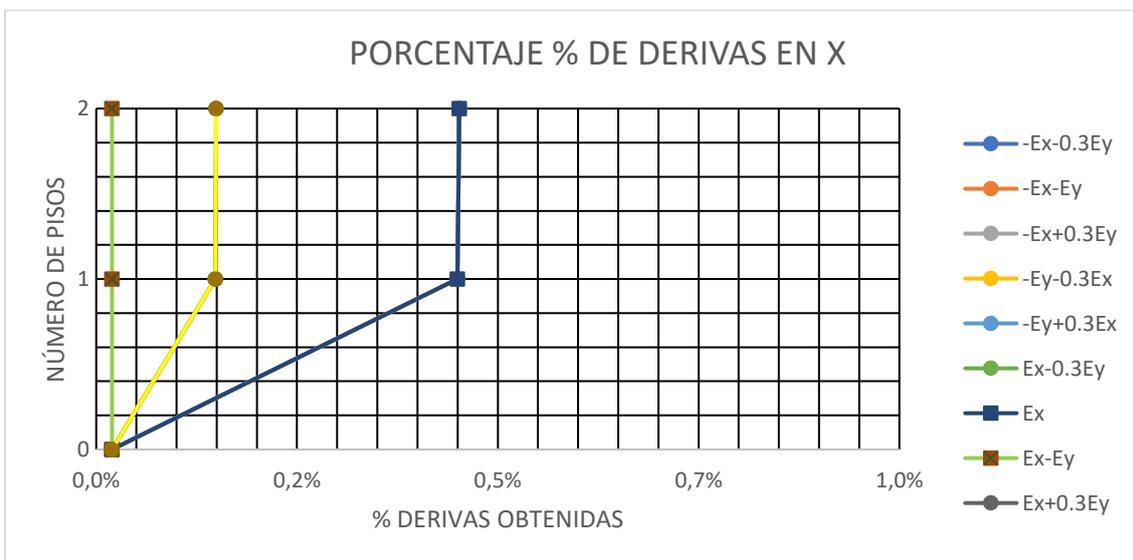


Figura 23: Deriva máxima de piso en el eje x para la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.

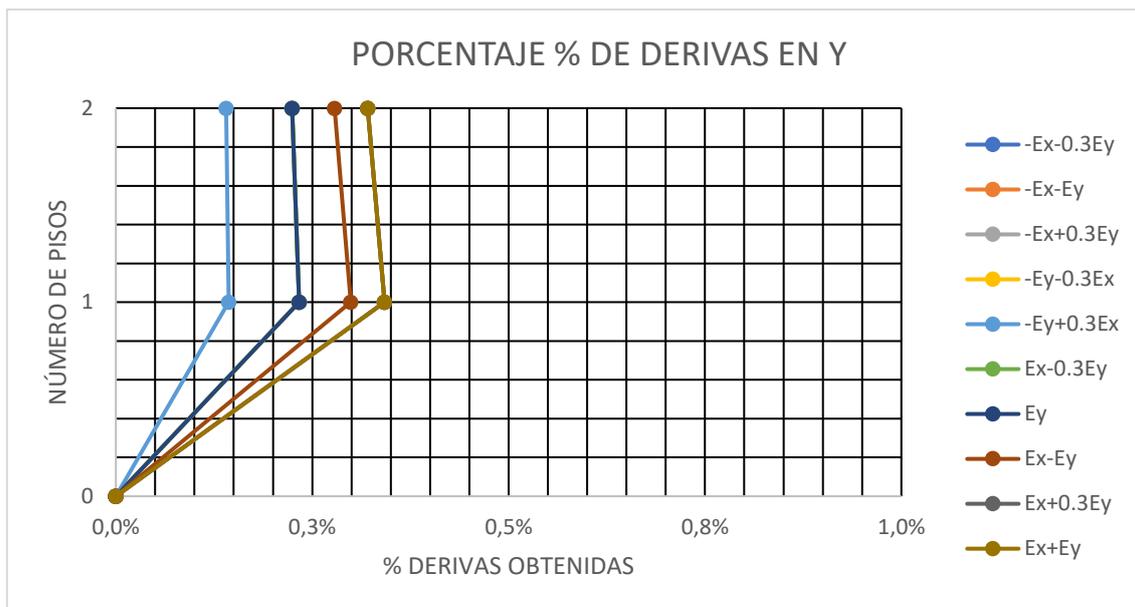


Figura 24: Deriva máxima de piso en el eje y para la vivienda (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.

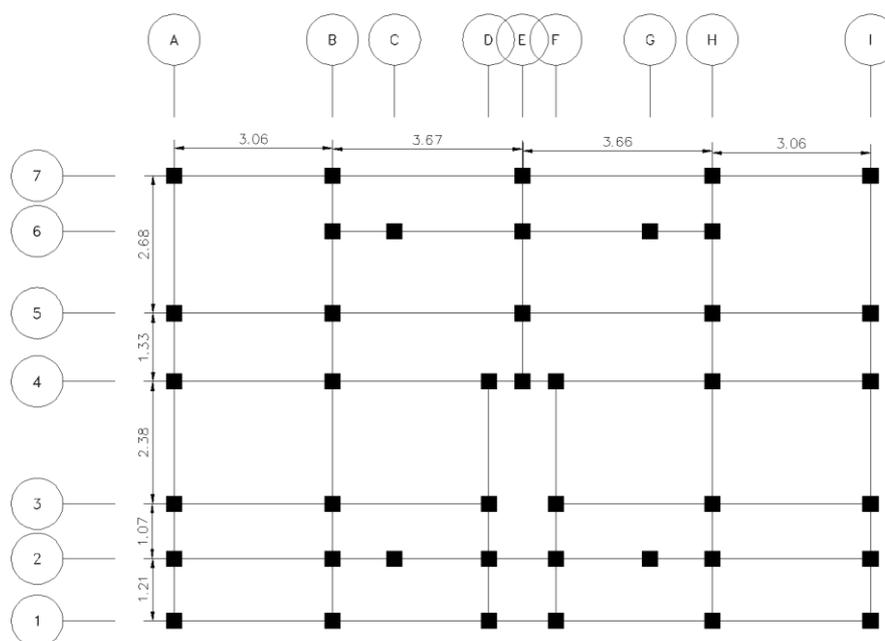
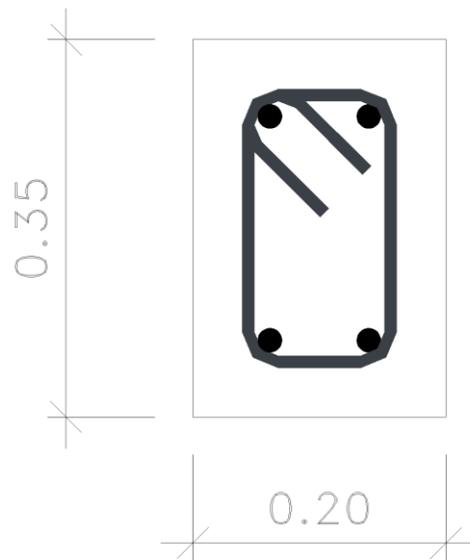
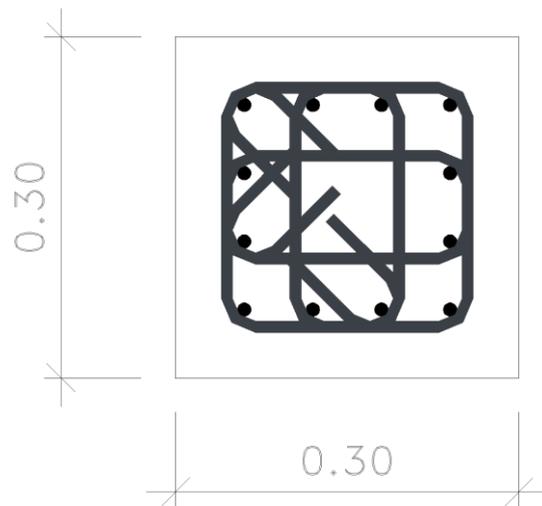


Figura 25: Plano estructural en elevación de la vivienda residencial multifamiliar (4D) de dos pisos con una tipología de mampostería confinada.

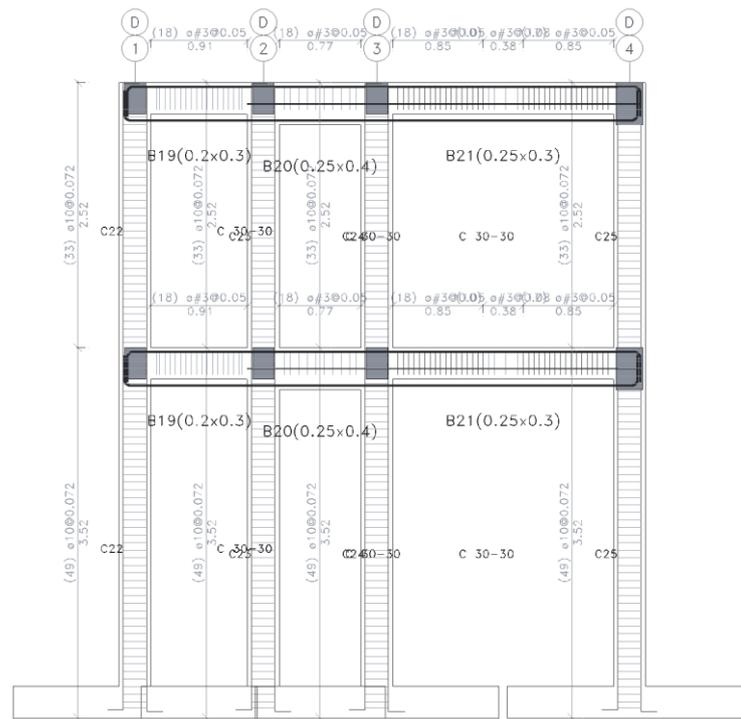


(a)

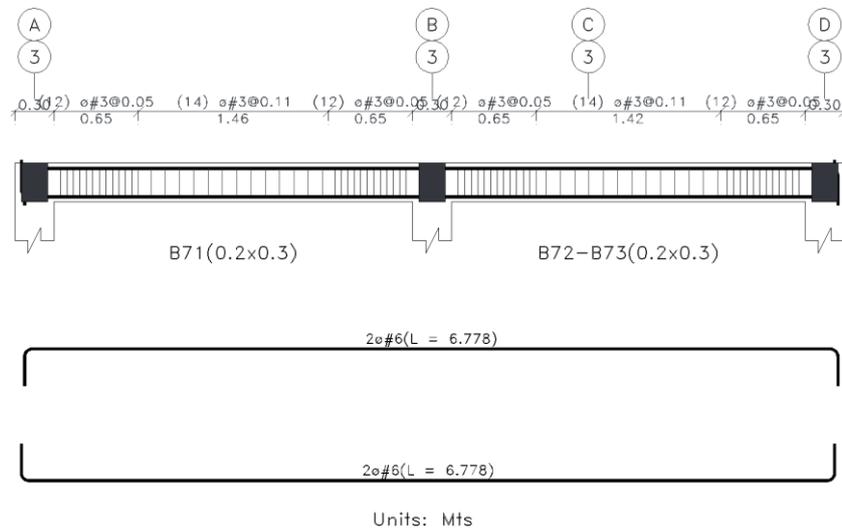
 $12\phi 12$

(b)

Figura 26: Detalle de los elementos estructurales de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada (a) detalle de las vigas y (b) detalle de las columnas.



(a)



Units: Mts

(b)

Figura 27: Detalle de los componentes estructurales de la vivienda multifamiliar (4D) con una tipología de mampostería confinada (a) detalle de las columnas y (b) detalle de las vigas.