

Rossi, Luis Alberto

**Descripción y comparación de los
métodos constructivos tradicionales
vs Emmedue**

**Tesis para la obtención del título de grado de
Ingeniero Civil**

Director: Fontana, Marcos

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.



[Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.](#)



UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA
Universidad Jesuita

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA de INGENIERÍA CIVIL**

DOCUMENTO DE TRABAJO FINAL

***“Descripción y comparación de los métodos constructivos
tradicionales vs Emmedue.”***

Autor:

Rossi, Luis Alberto

Año 2023

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 1 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



ÍNDICE DE CONTENIDO

1	RESUMEN	6
2	ABSTRACT	7
3	INTRODUCCIÓN	8
1.	SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE®	11
1.1.	ORIGEN E HISTORIA	11
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	11
1.3.	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PANELES EMMEDUE®.....	12
1.3.1.	Ventajas	13
1.3.2.	Desventajas	20
1.4.	COMPONENTES DEL SISTEMA	22
1.4.1.	Panel simple.....	22
1.4.2.	Panel doble para muro estructural	24
1.4.3.	Panel losa	24
1.4.4.	Panel escalera.....	25
1.4.5.	Panel de descanso de escalera.....	26
1.5.	PROCESO CONSTRUCTIVO	30
1.5.1.	Preparación del terreno y organización del terreno	31
1.5.2.	Construcción de la fundación	31
1.5.3.	Colocación de los anclajes.....	32
1.5.4.	Montaje de paneles para muros	32
1.5.5.	Colocación de paneles de losa	32
1.5.6.	Colocación de cañerías y carpintería	33
1.5.7.	Montaje de paneles escalera y de descansos.....	33
1.5.8.	Aplicación de mortero y revocado para paneles de muros	33

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 2 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1.5.9.	Acabados y demás actividades	34
1.6.	ASPECTOS ESTUDIADOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	36
1.6.1.	Resistencia al fuego	36
1.6.2.	Resistencia estructural	38
1.6.3.	Aislamiento térmico.....	39
1.6.4.	Ahorro en costos y menor plazo de ejecución	41
1.7.	PRUEBAS Y CERTIFICADOS DE EMMEDUE ®	42
1.8.	ESTADO DEL ARTE EN LATINOAMÉRICA.....	44
2.	SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL.....	53
3.1	2.1 COMPONENTES TRADICIONALES DE UNA EDIFICACIÓN	54
2.1.1	Fundación	54
2.1.2	Estructura portante.....	59
2.1.3	Tabiquería o mampostería	61
2.1.4	Sistema de cañerías.....	63
2.1.5	Carpintería	64
2.1.6	Acabados.....	65
2.2	SITUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL EN ARGENTINA 66	
3	COMPARACIÓN SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL VS. SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE®	69
3.1	SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.	69
3.1.1	VENTAJAS	69
3.1.2.	DESVENTAJAS	71
3.1.3.	COSTOS DE SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL EN ARGENTINA.....	73

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 3 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		



3.2	SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE®)	75
3.1.1	VENTAJAS	75
3.1.2	DESVENTAJAS	77
3.1.3	COSTOS DE SISTEMA DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE®) EN ARGENTINA	80
4	CONCLUSIONES	1
5	BIBLIOGRAFÍA	3

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 4 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Descripción de comparativa de componentes de panel simple y doble.	28
Figura 2. Especificaciones de puesta en marcha <i>in situ</i> de paneles simple y dobles EMMEDUE®	29
Figura 3. Diagrama de proceso constructivo del sistema EMMEDUE.	30
Figura 4. Ejecución, levantamiento y acabados de una vivienda.	35
Figura 5. Estructura básica de los módulos ensayados.....	37
Figura 6. Tipos de cimentación en el sistema constructivo tradicional.	59
Figura 7. Sistemas portantes de estructura más comunes.....	61
Figura 8. Distintos tipos de tabiquería.....	62
Figura 9. Tipos más comunes de cañerías en toda edificación.....	63
Figura 10. Carpintería en aluminio aplicada en ventanas.....	64
Figura 11. Acabados utilizados en distintos espacios de una edificación.	66

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información de certificados EMMEDUE®.....	42
Tabla 2. Ventajas y desventajas del sistema constructivo tradicional.	72
Tabla 3. Ventajas y desventajas del sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido.....	79

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 5 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1 RESUMEN

En la industria de la construcción moderna, se centra en edificación e infraestructura. En edificación se erigen instituciones y comercios, mientras que en infraestructura se crean apoyos como aeropuertos y carreteras. Se buscan tecnologías sostenibles, como los paneles de poliestireno expandido (EMMEDUE®) en Argentina, con énfasis en su viabilidad económica y termo-energética.

Experiencias demuestran la efectividad de EMMEDUE® en viviendas, incluso dúplex. El sistema se compara con el convencional, resaltando pros y contras. El objetivo es impulsar tecnologías ecológicas en construcción para beneficio ambiental y social.

El sistema EMMEDUE® fusiona paneles de poliestireno corrugado y mallas de acero galvanizado. Ofrece resistencia sísmica, aislamiento térmico/acústico, protección contra fuego y humedad. Destaca por rapidez, reducción de costos y ahorro de recursos.

Aunque EMMEDUE® tiene ventajas como durabilidad y sostenibilidad, su costo inicial, necesidad de especialización y limitaciones en diseño son desafíos. Componentes clave incluyen paneles simples, dobles, de losa, escalera y descanso.

Un análisis financiero compara EMMEDUE® con albañilería, mostrando su ventaja en tiempo y costo laboral. Los materiales representan el 66.50% de su costo, frente al 55.92% de albañilería. Emmedue® es una opción competitiva y atractiva.

El sistema tradicional es flexible en diseño, pero costoso en mano de obra y con limitada resistencia sísmica. Emmedue® destaca por eficiencia en costos y rapidez, aunque tiene restricciones en altura y resistencia al fuego. La elección depende de factores como ubicación, presupuesto y necesidades.

Palabras clave

EMMEDUE®, construcción, tecnologías sostenibles, paneles poliestireno, eficiencia, costos.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 6 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



2 ABSTRACT

In the modern construction industry, the focus is on building and infrastructure. In buildings, institutions and businesses are erected, while in infrastructure, supports like airports and roads are created. Sustainable technologies are sought after, such as expanded polystyrene panels (EMMEDUE®) in Argentina, with an emphasis on their economic viability and thermo-energetic properties. Experiences demonstrate the effectiveness of EMMEDUE® in housing, including duplexes. The system is compared to conventional methods, highlighting pros and cons. The goal is to promote ecological construction technologies for environmental and social benefits.

The EMMEDUE® system combines corrugated polystyrene panels and galvanized steel mesh. It offers seismic resistance, thermal/acoustic insulation, and fire and moisture protection. It stands out for its speed, cost reduction, and resource efficiency. While EMMEDUE® has advantages such as durability and sustainability, its initial cost, specialized labor requirements, and design limitations pose challenges. Key components include simple, double, slab, stair, and landing panels.

A financial analysis compares EMMEDUE® with traditional masonry, showing its advantage in terms of time and labor costs. Materials represent 66.50% of its cost, compared to 55.92% in masonry. EMMEDUE® is a competitive and appealing option. The traditional system offers design flexibility but is expensive in terms of labor and has limited seismic resistance. EMMEDUE® stands out for cost efficiency and speed, although it has height restrictions and fire resistance concerns. The choice depends on factors like location, budget, and needs.

Keywords

EMMEDUE®, construction, sustainable technologies, polystyrene panels, efficiency, costs.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 7 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



3 INTRODUCCIÓN

En el contexto contemporáneo, naciones de todo el mundo han optado por fomentar y desarrollar una industria clave para su crecimiento económico: la construcción. Esta esfera se ha desplegado en dos vertientes fundamentales: la construcción de edificaciones y la construcción de infraestructura.

Dentro del ámbito de las edificaciones, aquellas de importancia institucional engloban hospitales, universidades, bibliotecas, centros culturales y otros similares. En contraste, se encuentran las construcciones de carácter comercial, como centros comerciales, instalaciones de producción y viviendas (Barrientos Correa, 2011).

Por otra parte, el ámbito de las construcciones de infraestructura se concentra en obras que proveen apoyo a la edificación. Esta categoría abarca aeropuertos, carreteras, centrales hidroeléctricas, puentes, túneles y más (Barrientos Correa, 2011).

En paralelo, el mundo ha dirigido su atención hacia la búsqueda de tecnologías que minimicen el impacto ambiental de la construcción. A lo largo del tiempo, se han estudiado y promovido sistemas de construcción no convencionales que agilicen las labores en este sector sin menoscabar la calidad de los materiales ni obstaculizar los flujos de trabajo. Entre estas innovaciones se encuentran los paneles de poliestireno expandido, cuya ligereza y maniobrabilidad han sido bien acogidas en innumerables proyectos. Aunque esta tecnología se comercializa bajo distintos nombres alrededor del mundo, para los propósitos de este documento se empleará la marca EMMEDUE®.

En Argentina, se está explorando y estudiando sistemas constructivos no convencionales, tal como el sistema de poliestireno expandido utilizado en la casa EMMEDUE®. En este marco, se están llevando a cabo investigaciones para evaluar la viabilidad económica y termo-energética de dos soluciones prefabricadas (Balter & Miranda Gassull, 2021).

Adicionalmente, se está llevando a cabo un estudio de pre-factibilidad para determinar la posibilidad de establecer una planta de producción de paneles de poliestireno expandido

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 8 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



utilizando el sistema EMMEDUE®. Estas iniciativas evidencian el interés en implementar nuevas tecnologías y buscar soluciones innovadoras en el campo de la construcción en Argentina (Benetti & Viano, 2014).

Se han documentado experiencias de supervisión en las cuales se brindó asesoría técnica en dos proyectos de construcción de viviendas utilizando el sistema constructivo EMMEDUE®. Vale la pena resaltar que uno de estos proyectos se centró en la construcción de viviendas dúplex (Castro, 2019). Estas vivencias permitieron adquirir un profundo conocimiento sobre el sistema EMMEDUE® y observar directamente su implementación en el ámbito de la construcción. Fue impresionante constatar cómo este enfoque se adaptó de manera efectiva y eficiente a los requisitos de construcción de viviendas dúplex, exhibiendo sus ventajas y capacidades (Monasterio, 2019).

El objetivo principal de este documento es establecer una comparativa entre el sistema constructivo convencional y el sistema no convencional de paneles de poliestireno expandido. Se resaltarán los procesos constructivos, así como las ventajas y desventajas inherentes a cada enfoque. Es crucial enfatizar la importancia de este trabajo en la visibilidad de tecnologías emergentes en la industria de la construcción que buscan tener un impacto positivo en el medio ambiente y en la sociedad, promoviendo la sostenibilidad y preservando el bienestar de las generaciones futuras.

Con este propósito en mente, el documento ha sido estructurado en diversos capítulos que presentan la información de forma clara y concisa. El Capítulo 1 se dedica a describir el sistema no convencional de construcción con paneles de poliestireno expandido, tomando como referencia la casa fabricada por EMMEDUE®. Se abordan sus orígenes, las características de sus componentes y el proceso constructivo asociado. Asimismo, se incluye una sección que explora la aplicación de este sistema en otros países de América Latina, analizando las distintas perspectivas presentadas por investigadores.

En el Capítulo 2 se presenta una descripción detallada del sistema constructivo tradicional, detallando los elementos que lo componen y sus características. Aunque este

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 9 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



sistema implica componentes más complejos que contribuyen en mayor o menor medida a la estructura y arquitectura de las construcciones, en este trabajo se centrará en una construcción básica, como por ejemplo una vivienda de dos pisos.

El Capítulo 3 se dedica a la comparación entre los dos sistemas constructivos previamente mencionados. Se resaltan las ventajas y desventajas de cada enfoque, permitiendo un contraste y facilitando la consideración de optar por uno u otro. No obstante, es importante reconocer que la elección de un sistema constructivo está sujeta a múltiples variables, por lo que este análisis se enfoca exclusivamente en el proceso constructivo y en la facilidad de manipulación de los elementos.

Finalmente, este documento busca ofrecer una visión amplia y objetiva de los sistemas constructivos tanto tradicionales como no convencionales. Su propósito es facilitar la toma de decisiones informadas y fomentar la adopción de prácticas más sostenibles en la industria de la construcción.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 10 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

1. SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE®

1.1. ORIGEN E HISTORIA

El sistema constructivo EMMEDUE®, cuyos orígenes se remontan a Italia, fue concebido por Ángel Candiracci en 1981 bajo la denominación de MONOLITE. Con el transcurso del tiempo, esta innovadora metodología ha experimentado una evolución significativa, y en 1995 se llevó a cabo la renovación de su patente, siendo rebautizada como EMMEDUE® (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020).

En el panorama actual, el sistema constructivo EMMEDUE® es manufacturado en 35 complejos industriales situados en distintas naciones alrededor del globo. Estas instalaciones productivas se encuentran distribuidas en países como Italia, España, Colombia, Irlanda, Portugal, Rusia, Estados Unidos, México, Guatemala, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Chile, Argentina, Bolivia, Perú, Nicaragua, Egipto, Angola, Nigeria, Mozambique, Eritrea, Argelia, Arabia Saudita, Irán, Irak, Libia, Turquía, Marruecos, Filipinas, Malasia, Australia y República Dominicana.

La amplia presencia internacional del sistema EMMEDUE® ha conllevado a que sea conocido con diversos nombres según la nación de referencia. Entre los múltiples nombres empleados se encuentran MONOLITE, EMMEDUE, CASSAFORMA, DURAPANEL, MK2, M2, CONSNOLITE, POLISUD, TICARED y FRIDULSA. Estas variantes reflejan la adaptabilidad y adopción global de esta tecnología de construcción, la cual ha ganado reconocimiento y se ha incorporado de manera extensa en diversos mercados alrededor del planeta (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020).

1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 11 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		



El sistema constructivo EMMEDUE® se basa en la ingeniosa combinación de paneles de poliestireno expandido corrugado, los cuales son cuidadosamente encajados entre dos robustas mallas electrosoldadas de acero galvanizado de alta resistencia. Estas mallas son hábilmente interconectadas por medio de conectores de acero electrosoldado. Este enfoque de construcción trae consigo la creación de estructuras sólidas y de larga duración, aprovechando las cualidades únicas del poliestireno expandido y el acero para generar resultados de excepcional eficiencia y calidad superior (Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020).

Lo distintivo de este sistema radica en su resistencia sísmica, puesto que confiere una capacidad autoportante que asegura estabilidad estructural incluso en situaciones de movimientos telúricos. Su impresionante propiedad termo-acústica resalta, proporcionando un aislamiento tanto térmico como acústico de gran eficacia. Además, el sistema se caracteriza por ser ignífugo, lo que significa que ofrece una notable resistencia al fuego. Por último, su cualidad de aislamiento hidrófugo vela por la protección de las construcciones ante la infiltración de agua y humedad no deseadas (Méndez Lora, 2014).

Cada componente de este sistema ha sido meticulosamente diseñado para permitir una instalación sencilla y modular directamente en el lugar de la construcción. La integración de estos elementos se logra mediante la inyección mecánica de concreto o mortero, lo cual simplifica la creación de elementos estructurales de cierre tanto en la dimensión vertical como en la horizontal (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020).

En síntesis, el sistema constructivo EMMEDUE® destaca como una brillante amalgama de tecnología, aprovechando la fortaleza del acero y la versatilidad del poliestireno expandido corrugado para producir construcciones robustas, seguras y altamente eficientes desde el punto de vista térmico, acústico y estructural.

1.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PANELES EMMEDUE®

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 12 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1.3.1. Ventajas

Los paneles EMMEDUE® tienen diversas ventajas que los hacen una opción atractiva para la construcción. Algunas de las principales ventajas incluyen:

1.3.1.1. Eficiencia en el tiempo de construcción

Los paneles EMMEDUE®, reconocidos por su ligereza y maniobrabilidad, representan una auténtica revolución en la industria de la construcción. Su peso reducido y facilidad de manipulación brindan una serie de beneficios que trascienden los métodos de construcción convencionales, lo que a su vez impulsa una instalación ágil y eficaz.

Esta característica singular de los paneles EMMEDUE® se traduce en una instalación que es notablemente más rápida y eficiente en comparación con los enfoques tradicionales. Los paneles pueden ser transportados y manejados con facilidad por los trabajadores de la construcción, lo que agiliza considerablemente el proceso de montaje. Esta ventaja tiene un impacto directo en la reducción de los tiempos de obra, lo que no solo conlleva a una conclusión más pronta de los proyectos, sino que también implica una disminución en los costos laborales asociados a la construcción.

El aceleramiento del proceso de construcción a través de la implementación de paneles EMMEDUE® no solo se traduce en un aumento de la eficiencia temporal, sino que también contribuye a una reducción de los inconvenientes y molestias asociados con las obras en curso. La menor duración de los trabajos puede significar una menor interrupción para las comunidades circundantes, así como para los usuarios y residentes de las edificaciones en construcción. Además, esta rapidez puede tener un efecto positivo en la reducción de los riesgos laborales y en la seguridad de los trabajadores, ya que se reduce la exposición a condiciones peligrosas durante períodos prolongados.

La adopción de paneles EMMEDUE® no solo se limita a la velocidad del proceso de construcción, sino que también se refleja en la precisión y calidad del trabajo realizado. La facilidad de manipulación de los paneles permite lograr ajustes más precisos y una

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 13 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



alineación más exacta durante la instalación, lo que se traduce en una mayor uniformidad y coherencia en la estructura final.

1.3.1.2. Ahorro de costos

La extraordinaria rapidez con la que los paneles EMMEDUE® pueden ser instalados en proyectos de construcción tiene un impacto directo en la reducción de los costos asociados a la mano de obra y la logística. La eficiencia inherente a esta tecnología transforma la forma en que se manejan los recursos humanos, al acortar los tiempos de montaje y permitir que el equipo de trabajo pueda avanzar más rápidamente a través de las distintas etapas de la construcción. Esto, a su vez, se traduce en una disminución significativa de los gastos laborales y en la posibilidad de optimizar la utilización del personal en otros frentes de trabajo.

Adicionalmente, la naturaleza prefabricada de los paneles EMMEDUE® aporta un factor clave en la reducción de los costos totales del proyecto. Dado que estos paneles son fabricados en condiciones controladas fuera del sitio de construcción, se minimiza en gran medida el desperdicio de materiales en el lugar de obra. Esto contrasta con los métodos tradicionales de construcción, donde es común que una cantidad considerable de materiales termine siendo desechada debido a imprecisiones o ajustes requeridos en el proceso de edificación.

La optimización de los recursos materiales se traduce en una ventaja económica notable, ya que no solo se disminuye la cantidad de materiales que deben ser adquiridos, sino que también se reducen los costos asociados con su manejo, almacenamiento y eliminación. Además, la utilización de materiales prefabricados permite un mayor control sobre la calidad de los componentes, lo que a su vez minimiza la necesidad de llevar a cabo correcciones o retrabajos en el lugar de construcción, contribuyendo aún más a la eficiencia y a la economía del proyecto.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 14 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Este enfoque de construcción que promueve EMMEDUE® no solo se trata de acelerar la edificación, sino de hacerlo de manera más inteligente y eficaz. La combinación de la rapidez en la instalación con la reducción de costos de mano de obra y la optimización de los recursos materiales no solo tiene implicaciones financieras, sino que también tiene un efecto positivo en la sostenibilidad ambiental, al reducir la generación de desperdicios y la huella ecológica en el proceso constructivo.

1.3.1.3. Aislamiento térmico y acústico

Los paneles EMMEDUE® han sido cuidadosamente diseñados con una composición fundamental basada en el poliestireno expandido (EPS), un material que aporta una serie de propiedades altamente beneficiosas en términos de aislamiento térmico y acústico. Esta característica esencia del sistema no solo representa una innovación en la industria de la construcción, sino que también tiene un impacto significativo en la eficiencia energética y en la calidad de vida de los habitantes de las edificaciones construidas con este sistema.

El poliestireno expandido (EPS) es ampliamente conocido por su capacidad para retener y regular la temperatura en el interior de los espacios construidos. Gracias a su estructura celular altamente aislante, los paneles EMMEDUE® actúan como barreras altamente efectivas frente a las fluctuaciones térmicas exteriores. Esta propiedad se traduce en un control más preciso de la temperatura interna de las edificaciones en cualquier estación del año, lo que resulta en un entorno más cómodo y agradable para sus ocupantes.

El aislamiento térmico proporcionado por los paneles EMMEDUE® no solo tiene un impacto directo en la comodidad de los habitantes, sino que también conduce a importantes ahorros energéticos. Al reducir la necesidad de calefacción en invierno y de refrigeración en verano, las construcciones que emplean este sistema pueden disfrutar de un consumo de energía significativamente inferior en comparación con edificaciones convencionales. Esto no solo representa un beneficio financiero para los propietarios, sino

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 15 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>	



que también tiene un efecto positivo en la reducción de la huella ambiental al disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

En lo que respecta al aislamiento acústico, el poliestireno expandido también juega un papel fundamental. Su estructura celular porosa es capaz de absorber y disipar las ondas sonoras, reduciendo significativamente la transmisión de ruido entre los espacios interiores y exteriores. Esto se traduce en un ambiente más silencioso y tranquilo en el interior de las edificaciones, proporcionando un entorno propicio para el descanso, el trabajo y el disfrute.

En última instancia, la incorporación de paneles EMMEDUE® en las construcciones no solo impulsa la eficiencia energética y el aislamiento acústico, sino que también promueve una mejor calidad de vida para los habitantes. Al crear entornos interiores más confortables, más silenciosos y saludables, este sistema constructivo va más allá de la mera edificación de estructuras y contribuye a una experiencia habitacional más gratificante y satisfactoria para quienes las ocupan.

1.3.1.4. Versatilidad en el diseño

El sistema constructivo EMMEDUE® destaca por su excepcional versatilidad y capacidad de adaptación, lo que lo convierte en una herramienta sumamente valiosa para arquitectos y diseñadores en la realización de sus visiones creativas. La naturaleza modular y flexible de los paneles EMMEDUE® brinda una serie de ventajas que potencian la libertad creativa y permiten la materialización de diseños arquitectónicos altamente diversos y originales.

Una de las características sobresalientes de este sistema es su habilidad para acomodarse a una amplia gama de formas y tamaños de estructuras. Los paneles EMMEDUE® pueden ser cortados y moldeados con facilidad para adaptarse a geometrías arquitectónicas variadas, lo que significa que no hay límites restrictivos en cuanto a la forma de las edificaciones que se pueden crear. Esto abre un mundo de posibilidades para

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 16 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



la creación de edificios con diseños únicos y llamativos, permitiendo a los arquitectos explorar nuevas ideas y estilos con mayor libertad.

Además, la flexibilidad de los paneles EMMEDUE® se extiende a la variedad de usos que pueden tener en la construcción. No se limitan exclusivamente a estructuras residenciales, sino que también son adecuados para edificios comerciales, institucionales e industriales. Esto significa que arquitectos y diseñadores pueden aplicar este sistema en una amplia gama de proyectos, desde viviendas unifamiliares hasta complejos comerciales y edificios educativos.

La adaptabilidad de los paneles EMMEDUE® también tiene un impacto positivo en la eficiencia constructiva. Al permitir una rápida instalación y ajustes precisos, este sistema reduce la necesidad de retrabajos y modificaciones durante el proceso de construcción, lo que a su vez agiliza los tiempos de obra y disminuye los costos asociados.

Otra ventaja esencial es la capacidad de combinar los paneles EMMEDUE® con otros materiales y sistemas constructivos, lo que permite una integración fluida en proyectos híbridos. Esto abre la puerta a la incorporación de elementos como concreto, acero u otros sistemas de construcción, lo que puede resultar en soluciones arquitectónicas aún más complejas y sofisticadas.

1.3.1.5. Resistencia y durabilidad

Los paneles EMMEDUE® emergen como la columna vertebral de construcciones que destacan por su solidez y resistencia, manifestando una capacidad asombrosa para soportar un abanico diverso de cargas y fuerzas. Esta característica esencial no solo garantiza la seguridad estructural, sino que también abre la puerta a una serie de posibilidades arquitectónicas y constructivas que abarcan desde viviendas hasta edificios de varios pisos.

La fortaleza inherente de los paneles EMMEDUE® se manifiesta en su idoneidad para la construcción de edificaciones de varios pisos. La capacidad de estos paneles para

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 17 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



sostener las cargas verticales de manera efectiva y uniforme, junto con su capacidad de resistir tensiones horizontales, los convierte en una opción viable y confiable para proyectos que abarcan desde pequeñas viviendas hasta edificios de mayor envergadura. Este nivel de robustez y durabilidad es un testimonio elocuente de su calidad y confiabilidad en el campo de la construcción.

La resistencia de los paneles EMMEDUE® no solo se limita a las cargas estructurales tradicionales, sino que también abarca factores adicionales que pueden afectar la integridad de una edificación. Su capacidad sismo-resistente, por ejemplo, es un atributo valioso en áreas propensas a movimientos telúricos. Al absorber y redistribuir las fuerzas generadas por un terremoto, estos paneles contribuyen significativamente a la seguridad y estabilidad de la construcción y de sus ocupantes.

La durabilidad de los paneles EMMEDUE® es fundamental para garantizar la longevidad de las construcciones en las que se utilizan. Estos paneles han sido diseñados para soportar las condiciones ambientales y climáticas cambiantes a lo largo del tiempo, lo que se traduce en una inversión sostenible a largo plazo. Además, su resistencia a la humedad y la degradación asegura que mantendrán su integridad estructural y apariencia estética durante muchos años.

Finalmente, los paneles EMMEDUE® no solo ofrecen solidez y resistencia, sino que también empoderan a arquitectos y constructores con la confianza de que sus proyectos pueden alcanzar alturas significativas con seguridad y calidad excepcionales. Esta combinación de robustez y durabilidad los convierte en una opción atractiva para una variedad de aplicaciones constructivas, desde viviendas hasta edificios de mayor envergadura, y contribuye a la creación de espacios habitables que perduran en el tiempo y brindan seguridad a sus ocupantes.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 18 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1.3.1.6. Sostenibilidad

La elección del poliestireno expandido como componente clave de los paneles EMMEDUE® refleja un enfoque verdaderamente sostenible en la industria de la construcción. Esta elección se traduce en una serie de beneficios que no solo impactan positivamente en la eficiencia constructiva, sino que también contribuyen significativamente a la reducción de la huella ambiental y al fomento de prácticas más respetuosas con el entorno.

El poliestireno expandido es una opción más sostenible en comparación con otros materiales de construcción convencionales debido a su menor impacto ambiental en su ciclo de vida. Su proceso de fabricación suele requerir menos recursos y energía en comparación con otros materiales, lo que resulta en una menor emisión de gases de efecto invernadero y una reducción general en la extracción de recursos naturales. Además, su capacidad de aislamiento térmico puede contribuir a la disminución del consumo energético a lo largo del ciclo de vida de la edificación, lo que representa un ahorro a largo plazo en términos de recursos y energía.

La reducción del tiempo de obra que los paneles EMMEDUE® permiten es otro factor clave en su sostenibilidad. Al acelerar el proceso de construcción, se disminuye la necesidad de equipos y maquinaria en el lugar de obra, lo que a su vez reduce el consumo de combustibles fósiles y las emisiones asociadas. Además, el menor tiempo de construcción también puede llevar a una reducción de la perturbación en las comunidades circundantes y minimizar los trastornos para los residentes y transeúntes.

Uno de los aspectos más impactantes desde la perspectiva medioambiental es la drástica reducción de los desperdicios en el lugar de construcción. La prefabricación de los paneles EMMEDUE® en condiciones controladas minimiza la probabilidad de errores y ajustes in situ, lo que a su vez reduce la cantidad de materiales desechados y minimiza el impacto negativo en vertederos. Esto representa un importante logro en términos de

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 19 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



sostenibilidad al disminuir la producción de residuos y promover la utilización más eficiente de los recursos.

1.3.1.7.Reducción de espesor de paredes

Los paneles EMMEDUE® permiten lograr mayor espacio útil en el interior de las construcciones debido a su eficiente aislamiento, lo que resulta en una reducción del espesor de las paredes en comparación con otros sistemas constructivos.

En resumen, las ventajas de los paneles EMMEDUE® incluyen rapidez en la construcción, ahorro de costos, eficiencia energética, versatilidad en el diseño, resistencia, sostenibilidad y una mayor optimización del espacio interior. Estas características hacen que este sistema constructivo sea una opción interesante y competitiva en el mercado de la construcción.

1.3.2. Desventajas

Si bien los paneles EMMEDUE® tienen muchas ventajas, también existen algunas desventajas que es importante tener en cuenta al considerar este sistema constructivo. Algunas de las desventajas son:

1.3.2.1. Costo inicial

Aunque los paneles EMMEDUE® pueden ahorrar costos a largo plazo debido a su eficiencia en la construcción, el costo inicial puede ser más elevado en comparación con otros sistemas constructivos tradicionales. Esto se debe a la necesidad de adquirir los paneles prefabricados y la malla de alambre galvanizado.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 20 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

1.3.2.2. Requiere mano de obra especializada

La instalación adecuada de los paneles EMMEDUE® requiere mano de obra con experiencia y capacitación en este sistema constructivo. La falta de trabajadores con la debida experiencia puede afectar la calidad del proyecto y generar retrasos en la construcción.

1.3.2.3. Transporte y logística

Los paneles prefabricados son voluminosos y pueden requerir un transporte especializado para llevarlos al lugar de la construcción. Esto puede generar gastos adicionales y logística más compleja, especialmente en ubicaciones remotas.

1.3.2.4. Limitaciones en el diseño arquitectónico

Aunque los paneles EMMEDUE® son versátiles en cuanto a formas y tamaños, pueden tener algunas limitaciones en la realización de diseños arquitectónicos muy complejos o poco convencionales.

1.3.2.5. Resistencia a impactos y daño

El poliestireno expandido utilizado en los paneles puede ser susceptible a daños por impacto o fuerzas mecánicas significativas. Si no se toman precauciones durante la construcción o posteriormente en el uso y mantenimiento del edificio, podría afectar la integridad de la estructura.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 21 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1.3.2.6. Necesidad de recubrimiento adicional

Aunque los paneles EMMEDUE® proporcionan aislamiento térmico y acústico, a menudo se requiere un revestimiento adicional para mejorar la apariencia estética del edificio y proteger los paneles de los elementos ambientales.

1.3.2.7. Consideraciones climáticas

Si bien los paneles EMMEDUE® son adecuados para diversas condiciones climáticas, puede ser necesario tomar precauciones adicionales en zonas extremadamente frías o calurosas para asegurar un rendimiento óptimo en cuanto al aislamiento térmico.

Es fundamental que los profesionales y constructores evalúen cuidadosamente todas las ventajas y desventajas del sistema constructivo EMMEDUE® en relación con las necesidades específicas del proyecto y las condiciones locales. Si se abordan adecuadamente, las desventajas pueden minimizarse, y las ventajas que ofrece este sistema pueden superar a las alternativas tradicionales.

1.4. COMPONENTES DEL SISTEMA

Las principales características de los componentes del sistema constructivo EMMEDUE® son las siguientes:

1.4.1. Panel simple

Consiste en una lámina de poliestireno expandido corrugado con grosores variables entre 40 y 400 mm, y una densidad de 15 kg/m³. Sus dimensiones básicas consisten en un ancho fijo de 1200 mm y una altura que varía desde los 500 hasta los 12000 mm (Barrientos Correa, 2011). Este panel evita el paso de agua y humedad, lo que le

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 22 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

confiere su característica de aislante térmico,

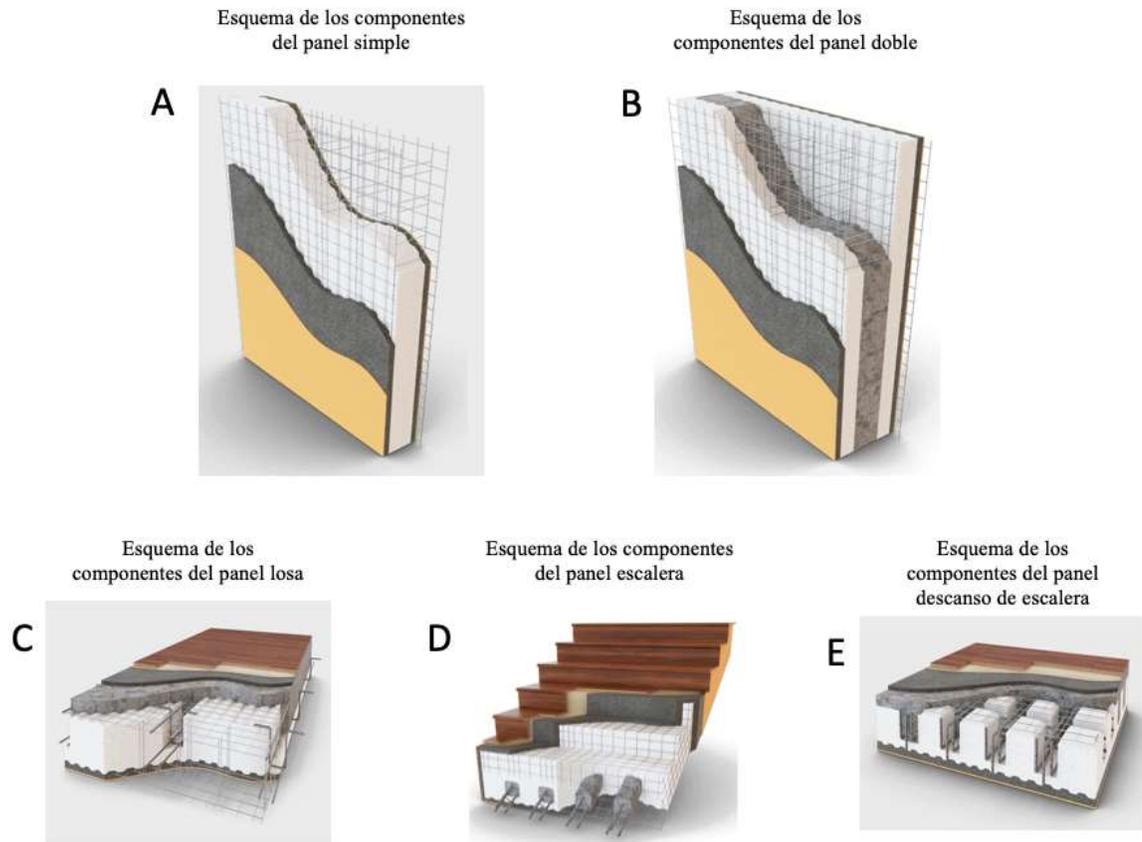


Figura 1A (Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020).

Está confinado por dos mallas electrosoldadas de acero galvanizado de resistencia elevada, unidas mediante conectores de acero electrosoldado. Se recubre con una capa de mortero de 2 a 3 cm de espesor para brindar mayor resistencia. Estos paneles se utilizan en la construcción de muros, entrepisos y losas de hasta 4 o 6 pisos, con luces de hasta 5 m, Figura 2B (Barrientos Correa, 2011; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020). Además, cuenta con un traslapo lado y lado de 50 mm, aproximadamente, que sirve para hacer la unión con otros paneles y generar el sistema estructural que se desea.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 23 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		

1.4.2. Panel doble para muro estructural

Similar al panel simple, consta de dos láminas de poliestireno unidas por conectores horizontales dobles. Entre las láminas se forma una cámara que se rellena de hormigón, y también se utiliza para el acabado de la estructura,

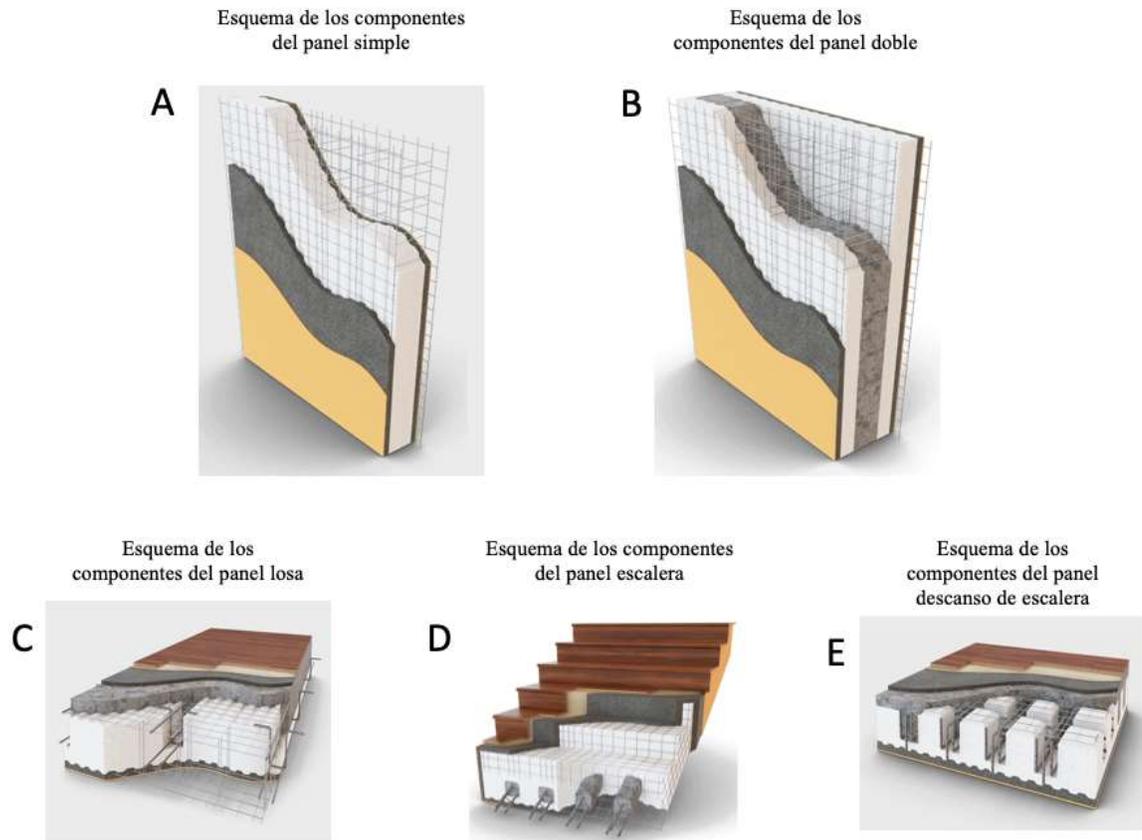


Figura 1B y Figura 2C (Méndez Lora, 2014)

1.4.3. Panel losa

Es similar al panel simple, pero se le realizan aberturas para reforzarlo con acero estructural según el diseño. Se utiliza para luces de hasta 12 m, relleno la parte

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 24 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		

superior con hormigón estructural y la parte inferior con mortero,

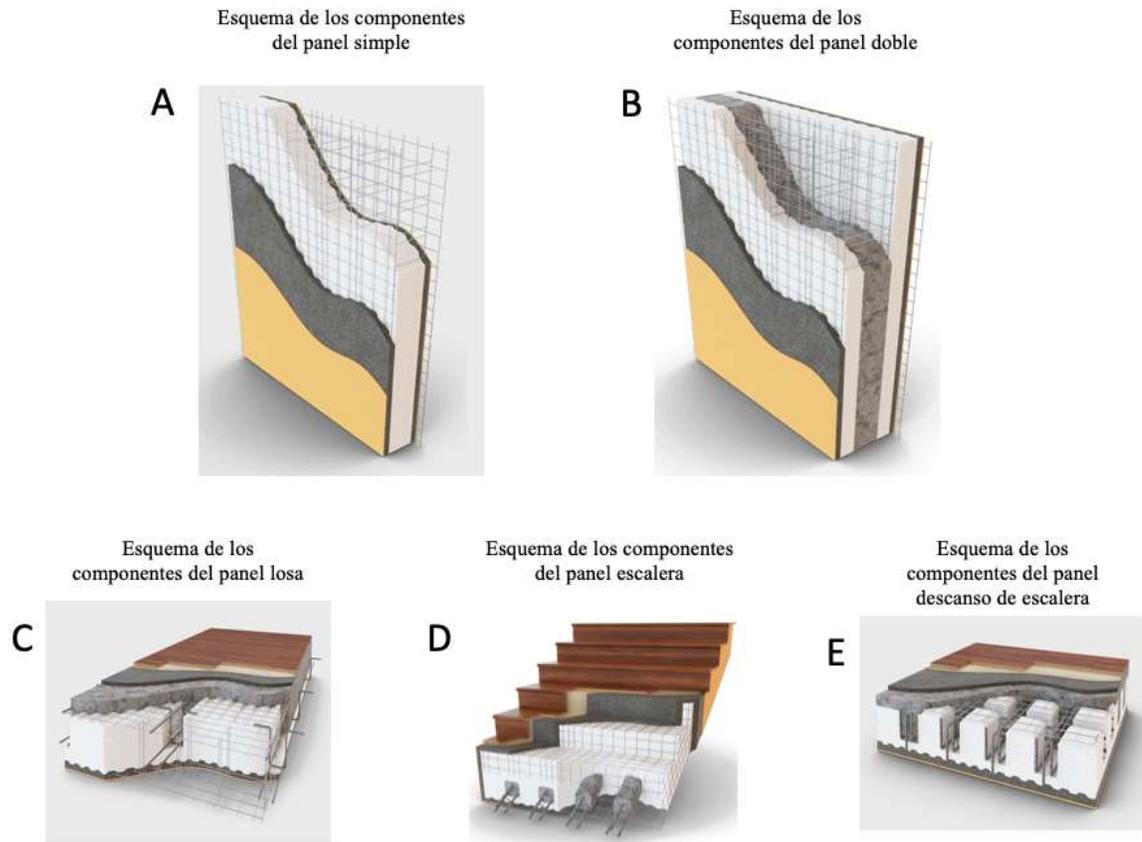


Figura 1C (Barrientos Correa, 2011; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020). No obstante, las losas no se limitan a este tipo de paneles específicos ya que, como se dijo anteriormente, los paneles simples pueden utilizarse para construir losas de entrepiso de hasta 5 metros de luz, Figura 2D.

1.4.4. Panel escalera

Tiene forma de escalera y está compuesto por láminas de poliestireno encapsuladas en mallas electrosoldadas de acero galvanizado. Puede contar con nervios reforzados

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 25 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		

con acero o hormigón, según los cálculos estructurales,

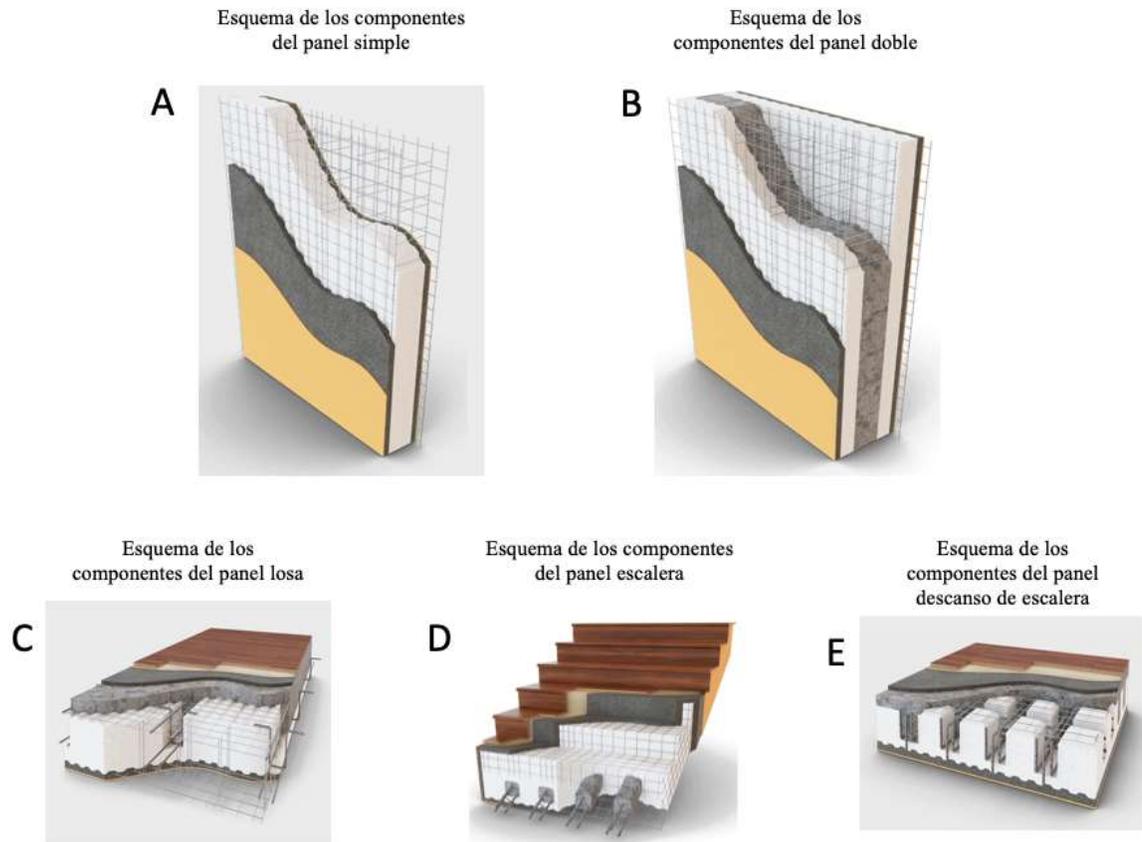


Figura 1D. Estas mallas están unidas entre sí por medio de conectores, a través de la misma tecnología que los paneles simples. Inclusive, este tipo de panel cuenta con unos nervios a lo largo de su estructura que pueden ser reforzados tanto con acero como con hormigón, según los cálculos estructurales que se realicen, Figura 2A.

1.4.5. Panel de descanso de escalera

Es un complemento al panel escalera, con ranuras para unir las escaleras y las losas de la estructura. Se completa con mallas electrosoldadas y se rellena con acero y hormigón para obtener la rigidez deseada. Este panel es completado con mallas electrosoldadas en ambas caras, unidas a través de conectores de acero. En las ranuras

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 26 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		

del panel, se rellena con acero, de acuerdo al diseño estructural, así como con hormigón para darle la rigidez deseada.

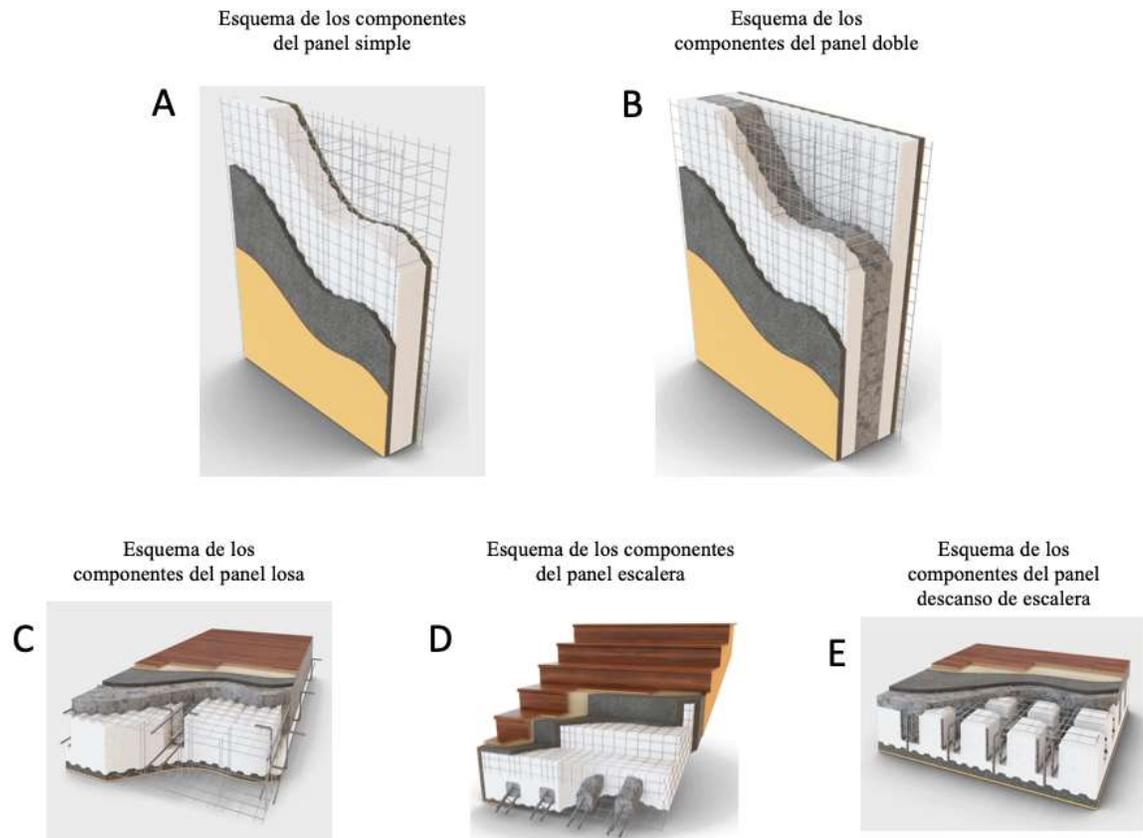


Figura 1E muestra el esquema del panel de descanso de escalera

Estos componentes, junto con sus especificaciones técnicas, brindan versatilidad y resistencia al sistema constructivo EMMEDUE®, permitiendo su aplicación en diferentes tipos de construcciones.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 27 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

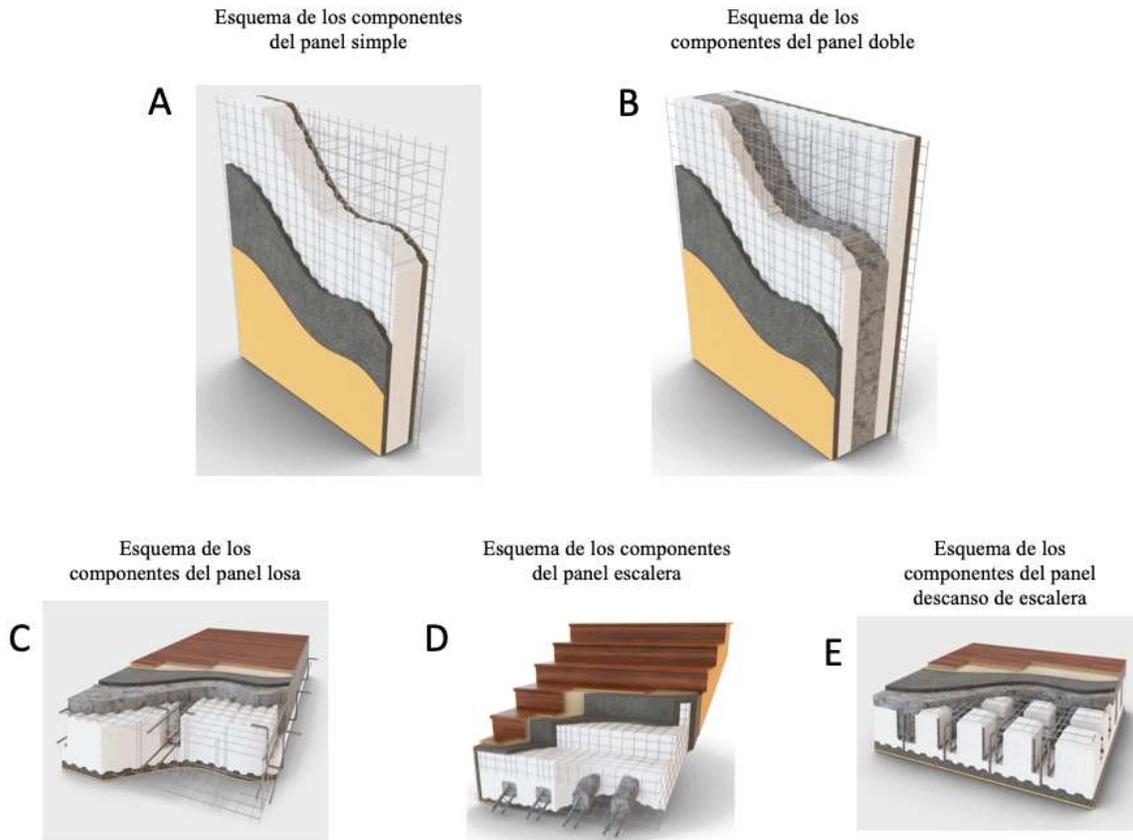


Figura 1. Descripción de comparativa de componentes de panel simple y doble.

Fuente: (EMMEDUE - Advanced Building System, 2023)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 28 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

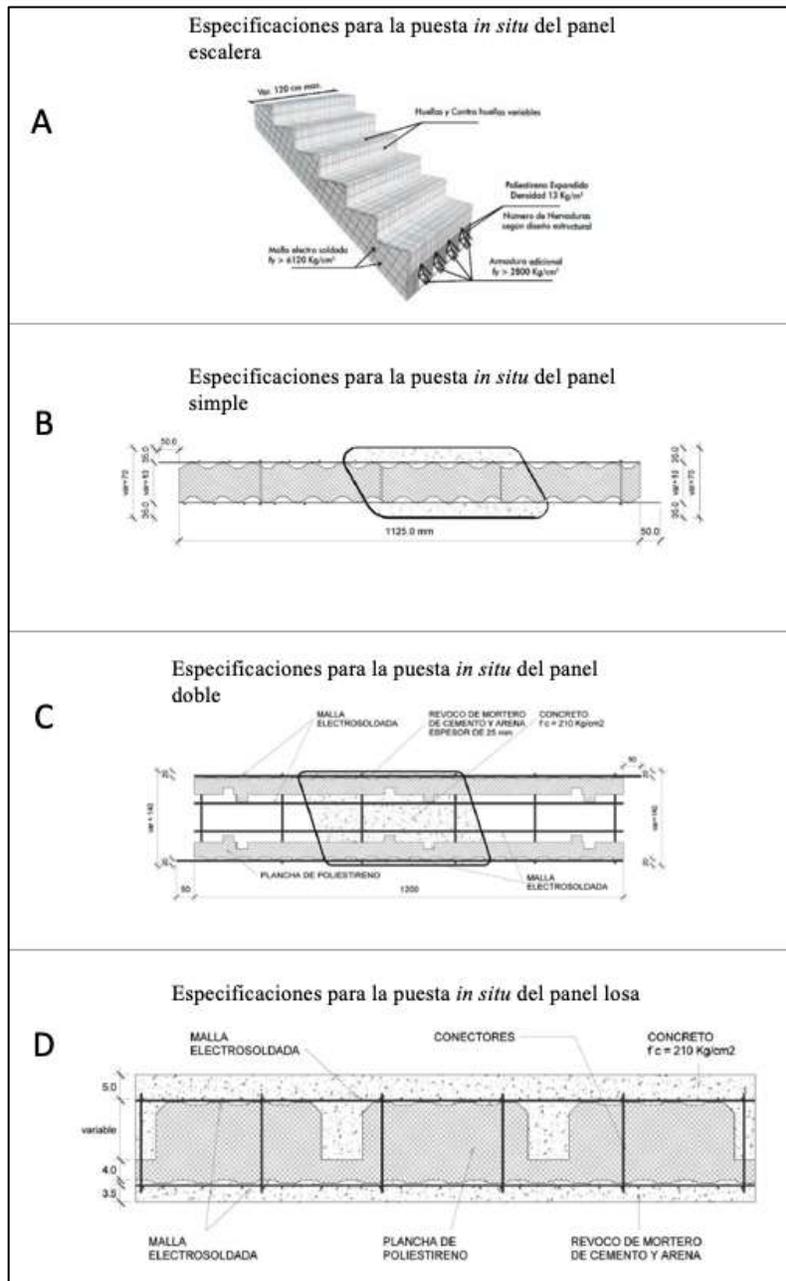


Figura 2. Especificaciones de puesta en marcha *in situ* de paneles simple y dobles EMMEDUE®

Fuente: (Méndez Lora, 2014); (Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 29 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		

1.5.PROCESO CONSTRUCTIVO

El proceso constructivo utilizado para el trabajo con el sistema EMMEDUE® comprende de 9 pasos para poder ser llevado a cabo, tal y como se presentan en la Figura 3.

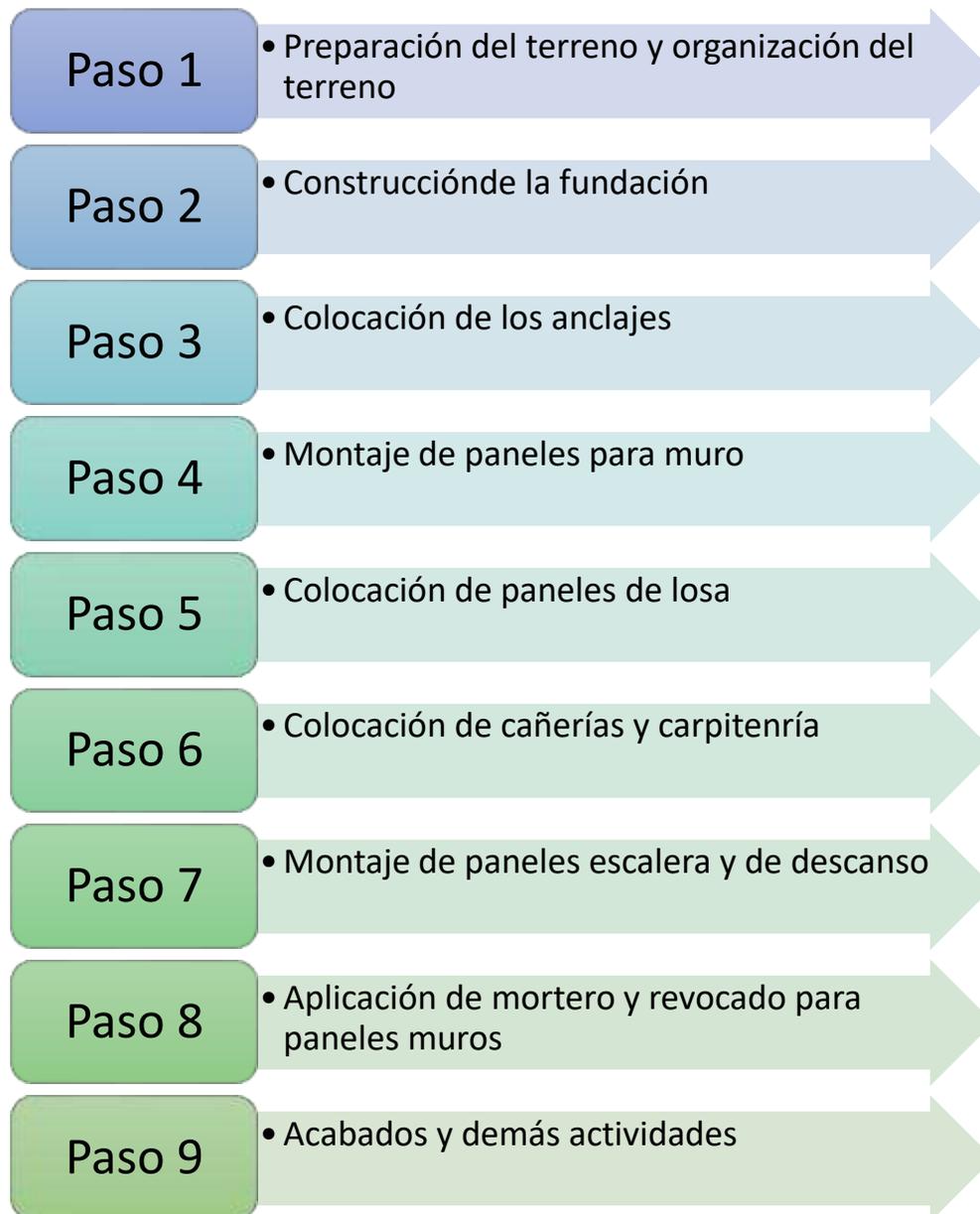


Figura 3. Diagrama de proceso constructivo del sistema EMMEDUE.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 30 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Fuente: Elaboración propia.

Estas etapas son fundamentales que aseguran la correcta ejecución y finalización del proyecto. A continuación, se ampliará cada uno de los pasos mencionados anteriormente.

1.5.1. Preparación del terreno y organización del terreno

En esta etapa inicial, se llevan a cabo una serie de actividades para preparar el terreno de construcción. Esto implica la limpieza del área, eliminando cualquier obstrucción o vegetación que pueda interferir con la obra. También se organiza el espacio para crear áreas de almacenamiento de materiales, herramientas y equipos. Se establecen oficinas técnicas y administrativas, así como casetas de seguridad para garantizar un entorno de trabajo seguro. Esta preparación del terreno es crucial para brindar un entorno propicio para el desarrollo de la construcción. (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

1.5.2. Construcción de la fundación

La fundación es una parte fundamental de cualquier estructura, ya que proporciona estabilidad y soporte. En este paso, se selecciona el tipo de fundación adecuado según los diseños estructurales y los estudios de suelo realizados previamente. Se inicia con el replanteo en el terreno, marcando las dimensiones y ubicaciones de la fundación. Luego, se procede a la excavación y al encofrado de la superficie de la fundación. Si es necesario, se instalan las cañerías y se coloca la armadura de refuerzo. Finalmente, se ejecuta la estructura de la fundación, que puede ser una viga corrida, una zapata aislada o una platea de fundación, según sea necesario, Figura 4A y B. (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 31 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1.5.3. Colocación de los anclajes

Una vez que la fundación está construida, se colocan los anclajes que unirán la estructura de los paneles a la fundación. Estos anclajes se disponen en un patrón zig-zag a lo largo de las líneas de replanteo establecidas. Se profundizan entre 10 cm y 20 cm en el suelo y sobresalen aproximadamente 40 cm. Estos anclajes proporcionan una conexión sólida entre la estructura y la fundación, garantizando la estabilidad y resistencia de la construcción. (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

1.5.4. Montaje de paneles para muros

En esta etapa, se procede al montaje de los paneles que conformarán los muros de la estructura. El proceso comienza en las esquinas, donde se colocan los paneles y se aseguran a los anclajes utilizando grapas mecánicas o sujeción manual. Se presta especial atención a la creación de aberturas para puertas y ventanas, siguiendo el diseño arquitectónico. Los paneles se van montando progresivamente a lo largo de los muros, asegurando su apuntalamiento y aplomado para garantizar su estabilidad durante todo el proceso de construcción, Figura 4C y D (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

1.5.5. Colocación de paneles de losa

En esta fase, se instalan los paneles de losa que formarán los techos y pisos de la construcción. Estos paneles pueden trabajar de manera bidireccional y se refuerzan con mallas de acero angulares en las esquinas para empalmar con los muros. Se coloca el encofrado y se realiza el apuntalamiento correspondiente. Posteriormente, se instalan las cañerías y se añade acero adicional si es necesario. Se procede al colado de la losa, aplicando una capa superior de concreto y un revestimiento en la parte inferior. Este paso garantiza la solidez y resistencia de los pisos y techos de la construcción. (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 32 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1.5.6. Colocación de cañerías y carpintería

Una vez que los muros y las losas están colocados, se realizan los orificios necesarios para la instalación de las cañerías de gas, agua y saneamiento, así como otros sistemas requeridos según el tipo de edificación. Dependiendo del tipo de cañería a instalar (flexible o rígida), se siguen los procedimientos correspondientes para su colocación. Además, se aprovecha esta etapa para instalar la carpintería, como puertas y ventanas, de acuerdo con el diseño arquitectónico establecido. (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

1.5.7. Montaje de paneles escalera y de descansos

Este paso se lleva a cabo solo si el diseño de la edificación incluye escaleras o descansos en varios niveles. Se montan los paneles correspondientes, permitiendo la conexión y continuidad entre los diferentes niveles de la estructura. Se realiza el colado de hormigón, el cual puede ejecutarse al mismo tiempo que el colado superior de la losa. Luego, se procede al revoque en la parte inferior del panel y se finalizan los detalles de acabado para asegurar una estructura funcional y estéticamente agradable. (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

1.5.8. Aplicación de mortero y revocado para paneles de muros

En este paso, se aplica un revestimiento de mortero en los muros, en la parte inferior de las losas, las escaleras y, si existen, los descansos. Antes de aplicar el mortero, se verifica el aplomado de los muros y se asegura un correcto apuntalamiento. Se prepara el equipo y se comprueba la calidad del mortero a utilizar. El mortero se aplica en capas sucesivas, con un espesor total de 3 cm, y se deja fraguar adecuadamente entre cada capa. Posteriormente, se realiza el curado del revoque, que implica el humedecimiento constante del área revocada durante aproximadamente 4 días. (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 33 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1.5.9. Acabados y demás actividades

En esta etapa final, se llevan a cabo los detalles finales de la obra. Se colocan los acabados acordados, como cerámica, estuco o pintura, en los muros, pisos y techos de acuerdo con las especificaciones y preferencias del diseño. Además, se pueden instalar cielos rasos si es necesario. Finalmente, se realiza una limpieza minuciosa de todos los espacios para garantizar que la obra esté debidamente acabada y lista para su entrega final, Figura 4E y F (Méndez Lora, 2014; Calderon Nuñez & Gamarra Musayon, 2020)

Cada uno de estos pasos es esencial para el éxito de la construcción de una obra, ya que siguen un orden lógico y aseguran la correcta ejecución de cada fase del proyecto. Desde la preparación del terreno hasta los acabados finales, cada detalle es importante para lograr una construcción sólida, funcional y estéticamente agradable.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 34 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

A. Proceso de ejecución de una platea fundación



B. Platea de fundación terminada



C. Montaje de los paneles



D. Apuntalamiento de muros



E. Acabados de cielo raso



F. Acabados en un baño



Figura 4. Ejecución, levantamiento y acabados de una vivienda.

Fuente: Autor (2023)

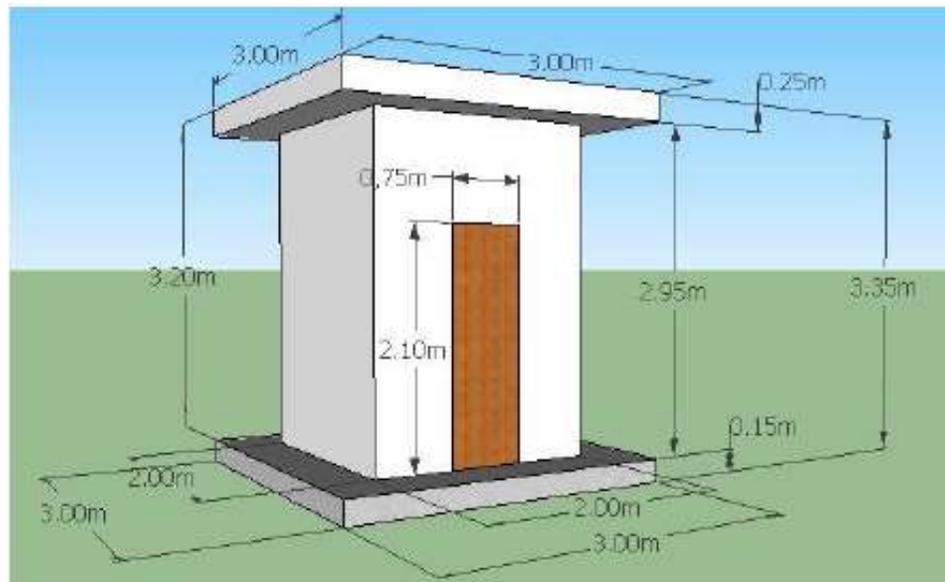
Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 35 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

1.6.ASPECTOS ESTUDIADOS DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO

Si bien la tecnología del poliestireno expandido utilizado como material de construcción y sistema constructivo de edificaciones es relativamente nuevo, las investigaciones acerca de este producto sustentan la posibilidad de usarlo en la industria de la construcción. Entre los distintos aspectos que se han investigado sobre los paneles de poliestireno expandido están:

1.6.1. Resistencia al fuego

En el estudio de Valero et al. (2015) se evalúa el comportamiento ante el fuego de los paneles de poliestireno expandido. Se observan distintos aspectos como la calidad del revestimiento y la estructura después del fuego, así como la transmisión del calor y la generación de gases nocivos en medio del incendio. Para ello, se realizó una comparación de distintos materiales, utilizando 4 módulos cuya estructura básica se evidencia en la Figura 5.



Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 36 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Figura 5. Estructura básica de los módulos ensayados.

Fuente: (Valero, Yáñez, & Olavarrieta, 2015)

Los cuatro módulos de la construcción se llevaron a cabo siguiendo diferentes especificaciones y materiales. En el caso del módulo A, se utilizaron paneles de poliestireno expandido tanto para los muros como para la losa de entrepiso. El revestimiento se realizó con mortero, proporcionando una apariencia uniforme y resistente.

Para el módulo B, se optó por construir los muros y las losas con bloques de concreto aligerado con arcilla expandida. Este material garantizaba una mayor ligereza y, al mismo tiempo, una adecuada resistencia estructural. Al igual que en el módulo A, se aplicó un revestimiento de mortero para asegurar su durabilidad y estética.

En el caso del módulo C, se implementó un enfoque mixto. Se construyó un muro utilizando bloques de concreto aligerado con arcilla expandida, otro muro con bloques de concreto regulares, y los dos muros restantes se realizaron con bloques de arcilla convencionales. En este módulo, la losa de entrepiso se conformó con paneles de poliestireno expandido, ofreciendo un equilibrio entre resistencia y eficiencia térmica.

Por último, el módulo D se construyó utilizando bloques de arcilla regulares tanto para los muros como para la losa. Esta opción brindaba una estructura sólida y confiable.

Una vez finalizada la construcción, se llevó a cabo un experimento controlado en un espacio designado para evaluar el comportamiento de cada uno de los sistemas constructivos frente a un incendio simulado. Se contó con personal técnico especializado que implementó todas las medidas de seguridad necesarias y llevó a cabo las evaluaciones correspondientes.

Los resultados del estudio demostraron que, desde el punto de vista estructural, los paneles de poliestireno expandido presentaban una buena estabilidad en comparación con los otros sistemas constructivos evaluados. Sin embargo, se observaron algunas grietas en los sistemas alternativos, lo que podría comprometer la integridad física de la estructura en caso de una situación extrema.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 37 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		



En cuanto a la transmisión de calor, se encontró que los paneles de poliestireno expandido no ofrecían un buen aislamiento térmico. Durante el ensayo, se registraron temperaturas más altas en el interior de la estructura que en los otros sistemas constructivos.

Además, se realizaron mediciones específicas de gases nocivos, como monóxido de carbono (CO) y Compuestos Volátiles Orgánicos (VOC). En el caso de las estructuras que contenían paneles de poliestireno expandido, se superaron los límites permitidos para ambas mediciones (35 ppm para monóxido de carbono y 25 ppm para VOC), lo que representa un riesgo para la salud humana. Por otro lado, ninguna de las estructuras alcanzó el Límite Inferior de Explosividad (10%), lo que indica que no había riesgo de explosión en ninguno de los módulos. (Valero, Yáñez, & Olavarrieta, 2015).

1.6.2. Resistencia estructural

El comportamiento de los paneles de poliestireno expandido cuando se utilizan en muros o paredes se basa en la compresión simple y está directamente relacionado con la longitud de los conectores de las mallas que atraviesan el material. Se ha observado que a medida que aumenta la longitud de estos conectores, aumenta la tensión en ellos, lo que resulta en una disminución en la carga de rotura del panel. Además, se ha detectado que puede ocurrir una rotura por flexión en una de las caras del panel debido a la ruptura de la soldadura que une el conector con la malla. Por lo tanto, es importante considerar la longitud y la resistencia de los conectores para garantizar un rendimiento óptimo del panel.

En el caso de muros con características específicas, como una altura de 2,8 metros y un espesor de 180 mm, se ha determinado que no se presentan efectos de segundo orden en el elemento y se pueden despreciar. Esto se debe al trabajo solidario de las capas de hormigón que se utilizan a ambos lados del panel, lo cual evita deformaciones laterales. Sin embargo, para muros de apoyo con alturas entre 3 y 3,3 metros, tampoco se presentan

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 38 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



efectos de pandeo. Para alturas mayores, es necesario realizar una verificación adicional para tener en cuenta este efecto y asegurar la estabilidad del muro.

En cuanto al comportamiento a flexión, los paneles de poliestireno expandido muestran una colaboración entre los elementos para resistir las cargas aplicadas. Por un lado, los esfuerzos de tracción son absorbidos por la malla que recubre el panel, y por otro lado, los esfuerzos de compresión son absorbidos por el hormigón. Además, la capa neutra del panel se desplaza hacia la capa de hormigón que cumple con esta función de resistencia.

Para evitar deformaciones excesivas, se recomienda utilizar luces (distancias entre apoyos) de hasta 4,5 metros. Esto asegura que el panel pueda soportar las cargas aplicadas sin experimentar deformaciones significativas. Es importante tener en cuenta estas recomendaciones para garantizar un rendimiento adecuado de los paneles de poliestireno expandido en aplicaciones de muros y paredes. (Cansario Pérez, s.f.)

1.6.3. Aislamiento térmico

El estudio realizado por Méndez Lora en 2014 se enfocó en evaluar el confort térmico de una vivienda construida utilizando el sistema EMMEDUE®, que consiste en paneles de poliestireno expandido, en comparación con un modelo de vivienda construida de manera tradicional con bloques de hormigón y pórticos. El objetivo era determinar la viabilidad del sistema de paneles de poliestireno expandido EMMEDUE® en términos de confort térmico en un clima tropical húmedo, específicamente en el contexto de una vivienda de interés social en la República Dominicana.

El análisis se llevó a cabo mediante dos simulaciones realizadas en el software Design Builder. La primera simulación abarcó el análisis de toda la vivienda y evaluó el confort térmico que podía proporcionar. La segunda simulación se centró en el comportamiento de la cubierta y cómo contribuía a la distribución de las temperaturas dentro de la vivienda.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 39 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



El estudio comenzó describiendo las condiciones climáticas de la capital de la República Dominicana, Santo Domingo, incluyendo datos sobre precipitaciones anuales, temperaturas promedio, radiación solar y el impacto de los ciclones tropicales y los sismos. Luego, se presentaron características del sistema constructivo tradicional utilizado comúnmente en la construcción de viviendas en el país. Posteriormente, se detallaron los aspectos generales del sistema constructivo con paneles de poliestireno expandido, también conocido como EMMEDUE®. Por último, se explicó la metodología utilizada, las herramientas empleadas, las simulaciones realizadas y cómo se obtuvieron las condiciones climáticas necesarias para llevar a cabo los ensayos en los prototipos.

Como resultado de este estudio, se determinó que la vivienda construida con el sistema de paneles de poliestireno expandido garantizaba el confort térmico durante casi todo el año, con temperaturas interiores que oscilaban entre 24°C y 27°C, y una temperatura promedio anual de 25.5°C. Además, el sistema permitía un mayor ahorro energético gracias a la ventilación mecánica, que solo era necesaria durante los meses de verano (junio y julio), cuando las temperaturas superaban los 26°C. En comparación con el sistema constructivo tradicional, el sistema EMMEDUE® presentaba una resistencia térmica más alta, lo que resultaba en un retraso térmico de 8 horas entre la temperatura máxima registrada en la cubierta y la temperatura máxima medida en el interior de la vivienda, mientras que en el sistema tradicional, el retraso térmico era de solo 2 horas.

Estos hallazgos destacan las ventajas del sistema de paneles de poliestireno expandido EMMEDUE® en términos de confort térmico y eficiencia energética en un clima tropical húmedo, proporcionando un entorno habitable y reduciendo la necesidad de consumo energético adicional para mantener condiciones térmicas adecuadas en el interior de la vivienda. (Méndez Lora, 2014)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 40 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



1.6.4. Ahorro en costos y menor plazo de ejecución

El sistema constructivo EMMEDUE® se destaca por ofrecer mejoras significativas en todo el proceso de construcción, lo que resulta en una serie de beneficios económicos tanto en términos de costos como de plazos. La eliminación de restricciones durante la etapa de ejecución es una de las principales ventajas que ofrece este sistema.

En cuanto a los costos, el uso del sistema EMMEDUE® se traduce en una impresionante reducción del 26,35% en comparación con el sistema constructivo tradicional. Esta notable disminución de costos se debe en gran parte a la capacitación y especialización del personal. Al no requerir habilidades específicas para la ejecución de las actividades, se eliminan los gastos asociados a la formación del personal, lo que supone un alivio para el presupuesto del proyecto. Además, esta característica permite un uso más eficiente de la mano de obra, lo que resulta en una mayor productividad y eficiencia en el trabajo.

Otro aspecto clave en los beneficios económicos del sistema EMMEDUE® es la generación de ahorros significativos en los costos indirectos. Esto se debe en gran medida a la considerable reducción de los plazos de construcción que ofrece este sistema. Con una disminución de 34 días en el plazo de ejecución en comparación con el sistema tradicional, el proyecto se concluye de manera más rápida y eficiente. Esta reducción en el tiempo de construcción tiene un impacto positivo en la reducción de los costos indirectos asociados al soporte de la ejecución de la obra. Por ejemplo, se evitan gastos adicionales en concepto de pago de mano de obra adicional y se reducen los costos de alquiler de equipos durante períodos más largos.

En el sistema EMMEDUE® se destaca por su capacidad para ofrecer una construcción más ágil, eficiente y económica en comparación con el método tradicional. La eliminación de restricciones durante la ejecución, la optimización de la mano de obra y los plazos reducidos son factores clave que contribuyen a los beneficios económicos que este sistema proporciona a los proyectos de construcción. Esta tecnología ofrece una alternativa sólida

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 41 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



y rentable para quienes buscan mejorar la eficiencia y los resultados financieros en sus proyectos de construcción. (Vílchez Jiménez, 2017)

1.7. PRUEBAS Y CERTIFICADOS DE EMMEDUE®

El sistema EMMEDUE®, mencionado previamente, cuenta con una trayectoria de más de tres décadas en el mercado. Durante este extenso período, ha sido sometido a rigurosas pruebas y ha obtenido numerosos certificados en diversos laboratorios y universidades alrededor del mundo. Estos esfuerzos buscan demostrar cabalmente todas las características y ventajas que ofrece.

El producto ha sido sometido a una serie de pruebas exhaustivas que han sido diseñadas para evaluar su rendimiento en diferentes situaciones y condiciones. Los resultados obtenidos de estas evaluaciones han sido positivos y han confirmado la calidad y eficacia del sistema EMMEDUE®.

Además, la obtención de certificados reconocidos en varias partes del mundo es una prueba tangible de la excelencia del producto. Diferentes instituciones y organismos competentes han evaluado el sistema y han otorgado su sello de aprobación, respaldando así su fiabilidad y seguridad.

Estos logros son fruto del compromiso constante de la compañía por mejorar y perfeccionar el sistema EMMEDUE® a lo largo del tiempo. Cada certificado ganado refleja el esmero y la dedicación de un equipo de expertos que busca siempre cumplir con los más altos estándares de calidad.

Estos certificados pueden ser revisados en la página web de EMMEDUE®

Tabla 1. Información de certificados EMMEDUE®

Tipo de prueba	Descripción	Lugar
Lluvia batiente	Pruebas lluvias PSM40-209.367-1994	Chile

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 42 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		



Acústica	Certificado acústico n.209.632	Universidad de Chile
	Pared interior PDME150	Instituto Giordano
Estáticas	Prueba Padova	Italia
	Prueba México	IMCYC
	Prueba Panamá	Panamá
Sísmica	Universidad de Perugia	Italia
	sobre mesa vibrante	Centro de Investigación de ENEA, Casaccia Roma
	sobre mesa vibrante sobre elemento C y elementoH.	Sin información
	sobre mesa vibrante	Universidad Católica de Perú en Lima
Fuego		Australia
		Chile
	Certificado fuego Universidad Chile n.214.322	Chile
	Certificado fuego Universidad Chile n.209.633	Chile
Balística	Test balístico sobre el panel simple PSM80 - Resolución: high	Italia
	Test balístico sobre el panel simple PSM80 - Resolución: medium	Italia
	Test balístico sobre el panel simple PSM80 - Resolución: low	Italia

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 43 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		



Resistencia a la explosión	Blast Overpressure Test - Description and Results	Sin información
Impacto	Prueba impacto sobre PST40-Ist.Gior.-8569-1985	Sin información
	Investigación sobre la resistencia de los paneles M2 EMMEDUE al proyectil del viento 02/05/2005	Sin información
Relaciones	Análisis y comportamiento de estructuras con paneles Emmedue	Sin información
	Estructuras antisísmicas realizadas con paneles portantes Emmedue	Sin información
	Introducción a la tecnología Emmedue	Sin información

Fuente: EMMEDUE®, 2009.

1.8.ESTADO DEL ARTE EN LATINOAMÉRICA

Además de los antecedentes locales mencionados anteriormente y la descripción somera del sistema constructivo con paneles de poliestireno expandido, es fundamental examinar los estudios regionales realizados en torno a esta tecnología constructiva. Estos estudios permiten conocer los avances en la tecnificación del sistema y abordar el tema desde diferentes perspectivas, entornos y contextos particulares.

En este sentido, el trabajo de Llanes Pérez et al. (2020) propone un procedimiento de evaluación para diversos sistemas constructivos que se deseen aplicar en la construcción

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 44 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		



de nuevas edificaciones en las zonas más excluidas del municipio de Guanabacoa en La Habana, Cuba. Este procedimiento considera diversos aspectos, como los requisitos urbanos-arquitectónicos específicos de la zona de estudio y las especificaciones que deben cumplir las soluciones constructivas evaluadas en función de las características del municipio analizado. Además, se incluye un componente de análisis que busca determinar el uso de materiales de producción local, promoviendo así el desarrollo económico y la sostenibilidad local.

Este enfoque de evaluación integral realizado por Llanes Pérez et al. (2020) es relevante, ya que no solo se centra en los aspectos técnicos y constructivos del sistema con paneles de poliestireno expandido, sino que también considera las necesidades y particularidades de la comunidad y el entorno donde se aplicará. Esto garantiza una adaptación adecuada del sistema constructivo a las condiciones locales, maximizando sus beneficios y minimizando posibles inconvenientes.

Asimismo, es importante destacar que la investigación de Llanes Pérez et al. (2020) no solo se enfoca en evaluar la viabilidad técnica del sistema constructivo con paneles de poliestireno expandido, sino también en su relevancia social y económica. Al considerar el uso de materiales de producción local, se fomenta la economía local y se reducen los costos asociados a la importación de materiales. Esto contribuye a la sostenibilidad del proyecto y al desarrollo de la comunidad, generando empleo y fortaleciendo la economía local. (Llanes Pérez, Fernández Figueroa, & Sánchez Viquillón, 2020).

En el estudio realizado por Llanes Pérez et al. (2020) se proponen procedimientos de evaluación que abarcan diferentes etapas de un proyecto de construcción, desde el diseño y la ejecución hasta la posterior explotación de la edificación. Se clasificaron las soluciones constructivas evaluadas en cuatro grandes grupos: sistemas tradicionales, sistemas tecnológicos de avanzada, sistemas prefabricados y sistemas de hormigonado in situ.

Dentro de los sistemas tecnológicos de avanzada, se encuentra la tecnología EMMEDUE® (conocida en Cuba como CASSAFORMA®), la cual se destaca como una

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 45 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



opción adecuada para las zonas residenciales del municipio de Guanabacoa. Según los autores, este sistema constructivo se caracteriza por su ligereza, facilidad de ejecución y requerimientos reducidos de espacio para el almacenamiento de componentes. Además, permite un montaje rápido y manual, ofreciendo flexibilidad en el diseño de las fachadas y la posibilidad de utilizar mano de obra poco calificada en ciertos casos.

Sin embargo, el sistema EMMEDUE® también presenta algunas limitaciones que deben tenerse en cuenta. En primer lugar, hay restricciones en cuanto al número de plantas que se pueden construir utilizando este sistema. Además, no se aprovechan los materiales locales en su totalidad, lo que puede afectar la sostenibilidad y la economía local. Por último, el mantenimiento de las instalaciones eléctricas puede resultar más difícil debido a su carácter empotrado en los paneles.

A pesar de estas limitaciones, el sistema EMMEDUE® se destaca por sus ventajas en términos de agilidad constructiva, flexibilidad de diseño y facilidad de montaje. Estas características lo convierten en una opción viable para la construcción de viviendas en zonas residenciales de Guanabacoa. Sin embargo, es importante considerar cuidadosamente los aspectos mencionados y evaluar si se ajustan a las necesidades y requisitos específicos de cada proyecto antes de su implementación.

En conclusión, el estudio de Llanes Pérez et al. (2020) muestra que el sistema EMMEDUE® (CASSAFORMA®) es una solución constructiva apropiada para las zonas residenciales del municipio de Guanabacoa. Aunque presenta algunas limitaciones, sus ventajas en términos de facilidad de ejecución, rapidez de montaje y flexibilidad de diseño lo hacen una opción a considerar en el contexto de este estudio. Es necesario evaluar cuidadosamente su idoneidad para cada proyecto en particular, teniendo en cuenta los aspectos mencionados y las necesidades específicas de la comunidad y el entorno local. (Llanes Pérez, Fernández Figueroa, & Sánchez Viquillón, 2020).

En el estudio realizado por Maldonado Rengel (2010), se lleva a cabo una comparación entre el sistema constructivo tradicional, basado en pórticos y losas de concreto armado

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 46 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



con muros de mampostería de ladrillo, y el sistema que utiliza paneles de poliestireno expandido, conocido en Ecuador como M2®. El objetivo del estudio es evaluar la viabilidad de la introducción de este sistema constructivo novedoso en la ciudad de Loja, considerando aspectos de factibilidad técnica de diseño, factibilidad económica y adaptación a la realidad local.

El trabajo comienza presentando las características del sistema de paneles de poliestireno expandido, detallando los elementos que lo componen, sus aspectos constructivos y el proceso de construcción asociado. Luego, se realiza un análisis de la capacidad de adaptación de este sistema a la realidad de la ciudad, considerando sus características físicas, aspectos socioeconómicos y culturales. Además, se incluye información sobre un ensayo sísmico realizado en una estructura de prueba construida con estos paneles.

A continuación, se describe el sistema tradicional de pórticos y losas de concreto armado con muros de mampostería de ladrillo. Se presentan los componentes y materiales utilizados en este sistema, así como las técnicas constructivas empleadas. También se realiza un análisis de su capacidad de adaptación a la realidad local y a los materiales disponibles en la zona.

Luego de mostrar el análisis comparativo realizado por el autor y proporcionar un ejemplo de aplicación real de ambos sistemas en un proyecto de construcción, incluyendo el análisis de costos y tiempos de ejecución, se concluye que "el sistema M2 cumple con las características básicas de seguridad requeridas en un sistema constructivo y además potencia cualidades de eficiencia en ahorro de tiempos de construcción y costos" (Maldonado Rengel, 2010). Se destaca la alta resistencia al fuego, la resistencia mecánica y la capacidad estructural del sistema de paneles de poliestireno expandido, así como el mayor grado de confort acústico que ofrece.

Además, se establece que la utilización del sistema de paneles de poliestireno expandido permite un ahorro de entre el 12% y el 15% en el costo total de la obra gris, y

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 47 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



una reducción del 40% en el tiempo de construcción. Se señala la desconfianza inicial de los usuarios finales debido a la presencia de materiales desconocidos, la falta de capacitación del personal necesario para trabajar con este sistema y la capacidad de cubrir la demanda habitacional en las ciudades. Esto último permitiría su utilización de manera más efectiva en la producción masiva de viviendas, debido a su rapidez constructiva. (Maldonado Rengel, 2010)

En resumen, el estudio realizado por Maldonado Rengel (2010) demuestra que el sistema de paneles de poliestireno expandido M2® ofrece ventajas significativas en términos de seguridad, eficiencia en costos y tiempos de construcción, resistencia al fuego, resistencia mecánica y confort acústico. Aunque existen desafíos, como la falta de familiaridad de los usuarios y la necesidad de capacitación del personal, este sistema se presenta como una opción viable y prometedora para la construcción de viviendas en la ciudad de Loja y podría ser aplicado de manera más amplia para satisfacer la demanda habitacional a gran escala.

Hasta ahora, la mayoría de los estudios realizados sobre el sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido EMMEDUE® se han enfocado en aspectos técnicos, como el confort térmico, la adaptación a condiciones arquitectónicas y culturales, así como su comportamiento y posibles afectaciones después de un incendio. Sin embargo, el trabajo de Moreira y Peirano (2015) aporta una perspectiva distinta al investigar la experiencia de trabajar con este sistema a través de entrevistas con el director de obra de un proyecto en Uruguay, donde se utilizó en la construcción de viviendas de interés social. Además, presentan los resultados de encuestas de satisfacción aplicadas a los residentes de este proyecto, tres años después de su finalización.

Las conclusiones principales obtenidas a partir de estas entrevistas y encuestas revelan que el sistema es altamente flexible durante las etapas de diseño y ejecución, lo que permite realizar cambios en la estructura hasta que se haya proyectado el mortero. Sin embargo, durante el uso por parte de los usuarios finales, el sistema presenta algunos problemas, ya

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 48 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



que las modificaciones posteriores, como perforaciones o cortes, pueden causar patologías en la estructura debido a la entrada de agentes perjudiciales al poliestireno expandido.

En cuanto al personal necesario para manipular los paneles, la capacitación no representa ningún problema debido a la facilidad de montaje y manejo del sistema. Tareas como la instalación de servicios eléctricos y sanitarios se realizan de manera sencilla y pueden aprenderse rápidamente.

En relación a las conclusiones extraídas de las encuestas realizadas a los residentes, se determina que existe un alto grado de satisfacción en cuanto a la comodidad de las viviendas. Sin embargo, algunos usuarios fueron informados sobre el sistema constructivo utilizado, mientras que otros no lo fueron, lo que demuestra la facilidad con la que se puede confundir la apariencia final del sistema con la de una construcción tradicional.

En términos de confort, se observa que los usuarios experimentan un buen nivel de confort térmico tanto en verano como en invierno. No obstante, el confort acústico no parece ser satisfactorio según los resultados obtenidos.

En resumen, el trabajo de Moreira y Peirano (2015) aporta una perspectiva más práctica y centrada en la experiencia de utilizar el sistema de paneles de poliestireno expandido en la construcción de viviendas. Aunque se destacan aspectos positivos como la flexibilidad en el diseño y la facilidad de montaje, también se señalan desafíos relacionados con modificaciones posteriores y el confort acústico. Estos hallazgos ofrecen una visión más completa del sistema constructivo y contribuyen a enriquecer la comprensión de su aplicabilidad y beneficios en el contexto de la construcción de viviendas. (Moreira & Peirano, 2015).

En la actualidad, Chile está experimentando una transformación en sus procesos constructivos, adaptándose a las demandas de la sociedad, lo que ha llevado a mejoras en la calidad y al aumento de la productividad, al tiempo que busca estandarizar los procesos.

Para llevar a cabo el estudio, se analizaron detalladamente ambos sistemas constructivos. Como resultado, se encontró que el sistema modular presenta un destacado

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 49 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



ahorro económico del 31%. Este ahorro se atribuye en gran medida a la elección de materiales, la optimización de los desechos generados durante el proceso y la utilización de paneles OSB fabricados de forma industrializada, lo que garantiza el acceso a materia prima en Chile.

Los paneles OSB, utilizados en el sistema modular, proporcionan beneficios adicionales al permitir un ahorro del 15% en términos de terminaciones y un 19% en instalaciones. En conjunto, esto se traduce en un ahorro total del 23% en el proceso de construcción de una vivienda modular en comparación con una vivienda tradicional.

Este estudio confirma que el sistema constructivo modular, especialmente cuando se emplean los paneles OSB, representa una alternativa altamente viable y conveniente en términos económicos y temporales para la construcción de viviendas en Chile. Los resultados obtenidos subrayan la importancia de seguir explorando y adoptando tecnologías constructivas innovadoras que no solo promuevan la eficiencia y el ahorro, sino que también contribuyan al desarrollo sostenible de la industria de la construcción en el país.

En el contexto de la Unión Europea, el sector de la construcción representa aproximadamente el 40% del consumo total de energía en el continente. Conscientes de esta realidad, se ha optado por abordar este desafío y hacer que el sector de la construcción sea más eficiente desde el punto de vista energético en España. Como parte de este objetivo, se busca lograr la optimización del consumo de energía y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) para el año 2020.

En este sentido, la construcción modular ligera energéticamente eficiente emerge como una solución tecnológica innovadora que se enfoca no solo en ofrecer seguridad, durabilidad y estética, sino también en acelerar los procesos de fabricación y montaje, al tiempo que proporciona un alto rendimiento en términos de eficiencia energética.

Esta iniciativa tecnológica tiene una gran relevancia ambiental, ya que su enfoque no solo se centra en mejorar la eficiencia energética, sino también en reducir las emisiones de

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 50 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



dióxido de carbono (CO₂) a cero. Esto implica un enfoque integral hacia la conservación del medio ambiente y la sostenibilidad en el sector de la construcción.

En su investigación titulada "Propuesta de un sistema constructivo de vivienda social para las zonas andinas de Colombia" (2016), John Jairo Salas Parra destaca la urgente necesidad de abordar la creciente demanda de viviendas en el país. El enfoque actual en la planificación y construcción de viviendas sociales ha llevado a soluciones improvisadas que no respetan el medio ambiente y no se ajustan adecuadamente al rápido crecimiento demográfico en las zonas andinas de Colombia.

El objetivo de su propuesta es diseñar un sistema constructivo social adaptado a las particularidades de las zonas andinas, para atender a la población más marginada y enfrentar los desafíos actuales. Para lograrlo, se integran conocimientos y conceptos de sostenibilidad, prefabricación, construcción modular y optimización de recursos y tiempos de construcción. El resultado esperado es mejorar la calidad de vida y brindar mayor comodidad a la población andina.

Un punto crucial para el cambio es transformar la mentalidad de la sociedad hacia la innovación y la sustentabilidad. La adopción de conceptos como la prefabricación y el diseño acorde a las condiciones ambientales y socioeconómicas, se vuelven fundamentales para desarrollar viviendas que se ajusten adecuadamente a las necesidades reales de la población en las zonas andinas de Colombia.

En el trabajo monográfico de Fonseca (2017) titulado "Elaboración del presupuesto para el sistema constructivo EMMEDUE en el proyecto Restaurante Arepas Venezolanas", se presenta una secuencia detallada para la elaboración de presupuestos en empresas constructoras. Este enfoque incluye diversos procesos y secuencias esenciales para estructurar adecuadamente el presupuesto. Es fundamental considerar que los análisis de costos presentados deben adaptarse según el tipo de obra y sus particularidades, como los

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 51 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



costos de materiales, mano de obra, equipos, ubicación y plazos de ejecución, entre otros factores.

En la tesis de pregrado de Torres (2013) titulada "Análisis comparativo para vivienda unifamiliar en la ciudad de Quito: sistemas constructivos de pórticos de hormigón armado, paredes portantes y EMMEDUE", se realiza un análisis comparativo de tres alternativas de sistemas constructivos para una vivienda unifamiliar en la ciudad de Quito. Este estudio se presenta como una guía práctica para constructores y promotores inmobiliarios, destacando las actividades necesarias en cada opción. El documento examina técnicamente los procesos involucrados, los costos de inversión y los tiempos de ejecución para la construcción de la obra gris de la vivienda. Proporciona información relevante para orientar la elección del sistema constructivo más adecuado para proyectos de vivienda en la ciudad de Quito.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 52 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



2. SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL

Desde los albores de la civilización, el ser humano ha buscado establecer asentamientos permanentes que le brinden seguridad y resguardo. El sistema constructivo tradicional, que ha perdurado a lo largo de milenios, surge como una respuesta a esa necesidad primordial de protección. A medida que se han descubierto nuevas tecnologías y se ha producido un desarrollo científico en el campo de la construcción, este sistema ha evolucionado para adaptarse a las demandas cambiantes de la sociedad.

En este capítulo, se realiza un recorrido por las diversas partes que conforman el sistema constructivo tradicional, así como se exploran los procesos de construcción involucrados. Es importante destacar que se abordan principalmente las construcciones de tipo edificación, que incluyen estructuras como colegios, viviendas, hospitales, bibliotecas, entre otros, mientras que se excluyen otro tipo de infraestructuras como puentes, carreteras o aeropuertos.

El sistema constructivo tradicional se basa en la utilización de materiales naturales como la madera, la piedra y el ladrillo, así como en técnicas ancestrales de construcción. Estas técnicas han sido transmitidas de generación en generación, adaptándose a cada contexto cultural y geográfico. A lo largo del tiempo, se han desarrollado métodos constructivos eficientes y sólidos, que han resistido el paso del tiempo y los avances tecnológicos.

Las partes fundamentales del sistema constructivo tradicional incluyen los cimientos, las paredes, los techos y los acabados. Los cimientos, que constituyen la base de la estructura, se encargan de distribuir el peso y garantizar la estabilidad del edificio. Las paredes, a su vez, brindan soporte estructural y protección contra agentes externos. Los techos, por su parte, cumplen una función crucial al resguardar el interior de la edificación de las inclemencias del clima. Por último, los acabados agregan detalles estéticos y funcionales, como revestimientos, pintura y elementos decorativos.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 53 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Uno de los aspectos destacados del sistema constructivo tradicional es su capacidad de adaptación a las condiciones locales y a las necesidades de la comunidad. Las técnicas constructivas se han perfeccionado a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta los recursos disponibles en cada región y las particularidades climáticas. Además, la experiencia acumulada ha permitido desarrollar prácticas eficientes que garantizan la durabilidad y la seguridad de las construcciones.

A pesar del surgimiento de nuevos sistemas constructivos y materiales innovadores, el sistema constructivo tradicional continúa siendo utilizado en muchas partes del mundo debido a su confiabilidad, durabilidad y familiaridad. Sin embargo, es importante destacar que también ha experimentado avances y mejoras a lo largo de los años. La implementación de técnicas más eficientes, el uso de nuevos materiales y la aplicación de estándares de calidad han permitido optimizar el sistema constructivo tradicional, aumentando su eficiencia y reduciendo su impacto ambiental.

2.1 COMPONENTES TRADICIONALES DE UNA EDIFICACIÓN

Al emprender la construcción de cualquier edificación, ya sea una estructura institucional, comercial o residencial, es fundamental considerar una serie de componentes clave que garantizarán su correcta construcción y funcionamiento. Estos componentes abarcan diversos aspectos y desempeñan roles fundamentales en la creación de espacios seguros, funcionales y estéticamente atractivos. A continuación, se describen los elementos esenciales a tener en cuenta:

2.1.1 Fundación

La fundación de una edificación desempeña un papel crucial al proporcionar la base sólida sobre la cual se erige toda la estructura. Su principal objetivo es transmitir de manera segura las cargas y fuerzas generadas por la construcción y el uso posterior hacia el suelo circundante. Para lograr una fundación eficiente y resistente, es esencial considerar

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 54 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



diversos factores, como el tipo de suelo presente, las cargas a soportar y las regulaciones constructivas vigentes.

El suelo sobre el cual se construye una edificación puede presentar diferentes características, como su capacidad de carga, cohesión, compactación y resistencia. Por tanto, es crucial evaluar detalladamente el tipo de suelo para determinar el tipo de fundación más apropiada. Algunas opciones comunes incluyen las losas de hormigón armado, los pilotes y las zapatas.

Las losas de hormigón armado son una opción frecuente en construcciones de menor envergadura, como viviendas unifamiliares. Estas se extienden sobre toda la superficie de la estructura y distribuyen uniformemente las cargas hacia el suelo. Los pilotes, por su parte, se utilizan en suelos de baja capacidad de carga, permitiendo que las cargas se transmitan a profundidades mayores. Estos elementos cilíndricos se insertan verticalmente en el suelo y se conectan a la estructura mediante vigas o losas de cimentación. Las zapatas, que consisten en cimientos más amplios y superficiales, se emplean cuando se requiere una distribución de cargas más amplia o en suelos de capacidad de carga media.

Es importante destacar que la elección de la fundación adecuada también depende del tipo de carga que soportará la edificación. Se deben considerar tanto las cargas estáticas, como el propio peso de la estructura y sus elementos permanentes, como las cargas dinámicas, que incluyen las cargas vivas generadas por el uso y las actividades en el interior de la edificación.

Asimismo, es fundamental cumplir con las normativas y regulaciones constructivas establecidas por las autoridades locales. Estas especifican los requisitos mínimos de diseño y construcción de las fundaciones, garantizando la seguridad y estabilidad de la edificación a largo plazo.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 55 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



NOTA: La carga viva se refiere al movimiento de personas que tendrá que soportar la estructura, incluido el mobiliario de los espacios que se hayan definido. A primera vista, esto puede ser algo difícil de comprender, debido a la esencia probabilística del comportamiento humano. Sin embargo, muchas normas internacionales establecen un aproximado para este valor, otorgándole un carácter más determinista a esta variable.

La estructura de fundación se puede ejecutar en distintas presentaciones, variando de acuerdo al tipo de edificación que se quiera construir. Las más comunes son:

2.1.2.1 Zapata aislada

La zapata aislada es una base de cimentación que se encuentra diseñada para recibir la carga concentrada de una única columna. Su forma generalmente es rectangular o cuadrada, y su profundidad no suele superar los 3 metros. Esta cimentación se construye individualmente para cada columna, de manera aislada, lo que le da su nombre.

El objetivo de la zapata aislada es distribuir la carga puntual de la columna de manera uniforme sobre el suelo, evitando así que se produzcan hundimientos o asentamientos diferenciales. Para lograr esto, se realiza un análisis geotécnico del suelo en el lugar de construcción, de modo que se pueda determinar la capacidad de carga y las propiedades del terreno.

La Figura 6A muestra un ejemplo visual de una zapata aislada. En este caso, se puede observar la base rectangular que se ha construido específicamente para una columna en particular. Es importante destacar que el diseño y las dimensiones de la zapata dependerán de varios factores, como el peso de la estructura, la carga transmitida por la columna y las características del suelo.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 56 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



2.1.2.2 Zapata corrida

Esta forma de cimentación se utiliza para soportar la carga de múltiples columnas o incluso muros estructurales en una edificación. Su diseño se asemeja a una viga alargada y tiene la misma profundidad que una zapata aislada, como se puede apreciar en la Figura 6D.

La viga de cimentación es una opción eficiente cuando se requiere transmitir las cargas de varias columnas o muros a través de una estructura continua. Al tener una longitud mayor que las zapatas aisladas individuales, la viga de cimentación es capaz de distribuir las cargas de manera más uniforme sobre el suelo.

Este tipo de cimentación se utiliza especialmente en edificaciones donde se necesita una mayor rigidez y estabilidad estructural, ya que, al ser una estructura continua, proporciona una mayor resistencia a los desplazamientos y asentamientos diferenciales del suelo. Además, al compartir la carga entre varias columnas o muros, la viga de cimentación permite una distribución equitativa de las fuerzas, evitando puntos de concentración de tensiones.

La Figura 6D ilustra claramente la estructura alargada de la viga de cimentación. Se puede observar cómo esta viga se extiende a lo largo de las columnas o muros, proporcionando un apoyo sólido y uniforme para transmitir las cargas al suelo.

2.1.2.3 Platea de fundación

Cuando nos encontramos en terrenos con baja capacidad de carga o en el caso de edificaciones pesadas, es común utilizar una cimentación superficial conocida como losa de cimentación. Este tipo de cimentación es una alternativa a las zapatas y zapatas corridas, ya que ayuda a evitar los problemas causados por los asentamientos diferenciales. La Figura 6C ilustra ejemplos de losas de cimentación.

La losa de cimentación se caracteriza por ser una estructura plana y continua que se extiende por toda la base de la edificación. Su diseño se adapta a la forma de la planta

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 57 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



de la construcción, lo que puede resultar en losas no completamente cuadradas o rectangulares, como se menciona anteriormente. Esto puede generar cierta complejidad en el proceso de diseño estructural, ya que se deben tener en cuenta las cargas, los esfuerzos y las características del suelo para garantizar la resistencia adecuada de la losa.

Una de las ventajas de utilizar una losa de cimentación es que distribuye de manera uniforme la carga de la estructura sobre el suelo, lo que minimiza los asentamientos diferenciales y previene posibles daños en la edificación. Además, al ser una base plana, proporciona una mayor estabilidad y rigidez estructural.

Sin embargo, es importante destacar que el diseño de una losa de cimentación requiere un análisis exhaustivo de las condiciones del suelo, ya que la capacidad de carga del terreno y su capacidad de soporte son factores determinantes en su diseño. Es fundamental contar con estudios geotécnicos precisos para asegurar una correcta dimensionamiento y ejecución de la losa de cimentación.

2.1.2.4 Pilotes

Estas estructuras clasifican dentro de las cimentaciones profundas. Se utilizan en los casos en que el terreno no presenta estratos fuertes cerca de la superficie, y estos se encuentran a profundidades desde 25 m hasta los 40 m, aproximadamente. Por lo general, son circulares, con diámetros de hasta 60 cm. Más allá de esta medida, se convierten en pilares o pilas, con las mismas profundidades mencionadas. La Figura 6B muestra la vista de un grupo de pilotes en la superficie de la obra.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 58 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Figura 6. Tipos de cimentación en el sistema constructivo tradicional.

(Homify, 2023) (Carrillo Hernández, 2023) (La Librería del Ingeniero, 2023) (Pilotes Sondepoz, 2023)

2.1.2 Estructura portante

La estructura portante es el sistema de construcción en que se basara toda la edificación, que conecta con la cimentación y llega hasta la parte más alta de la misma. Es aquella a través de la cual circularan todas las cargas del edificio, tanta la carga muerta como la carga viva y trasladara todas estas hasta el suelo.

Los sistemas constructivos de estructuras portantes más conocidos son:

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 59 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



2.1.2.1 Sistema de pórticos

Este sistema se basa en tres elementos esenciales para soportar y distribuir las cargas hasta la cimentación. Estos elementos son: losas de entrepiso, vigas y columnas. En primera instancia, las losas de entrepiso reciben la carga viva que circula por la edificación, para luego transmitir esas cargas a las vigas contiguas a ellas y, posteriormente, se traduce en cargas puntuales que llegan a las columnas para, finalmente, dirigir esas cargas hasta la cimentación. Este sistema estructural se complementa con muros divisorios o la tabiquería (también llamada mampostería) para separar los distintos espacios que se proyectaron en las edificaciones.

2.1.2.2 Sistema de muros de carga

El sistema de muros de carga es una alternativa al sistema de pórticos, en el cual los muros asumen el papel principal en la estructura de la edificación. Estos muros son los encargados de transmitir las cargas de las losas de entrepiso hacia las cimentaciones. A diferencia del sistema de pórticos, no se requiere de tabiquería adicional, ya que los propios muros estructurales cumplen la función de dividir y delimitar los espacios interiores. Esto se puede apreciar en la Figura 7, donde se ilustra el sistema de muros de carga.

Es importante destacar que existen sistemas más modernos que fusionan elementos de ambos sistemas, aprovechando las ventajas de cada uno. Sin embargo, en este trabajo no se profundizará en los detalles de estos sistemas híbridos, debido a las limitaciones del enfoque.

Además de los muros estructurales, otro componente relevante en la construcción de una edificación son los cerramientos. Estos componentes desempeñan un papel fundamental tanto en el aspecto estético como en el funcionamiento de los espacios interiores y exteriores. Los muros, ya sean estructurales o divisorios, definen los ambientes y proporcionan estabilidad a la edificación. Por otro lado, los cerramientos exteriores,

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 60 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

como los revestimientos y las fachadas, ofrecen aislamiento térmico, acústico y protección contra los elementos naturales.

La elección de los materiales para los muros y cerramientos es variada y depende de diversos factores, como el diseño arquitectónico, la resistencia requerida, el presupuesto y las normativas constructivas. Entre los materiales comúnmente utilizados se encuentran ladrillos, bloques de hormigón, paneles prefabricados de hormigón y sistemas de mampostería. Cada uno de ellos presenta características específicas en términos de resistencia, durabilidad y estética, por lo que es importante considerar cuidadosamente su elección en función de los requisitos de la edificación.



A. Sistema de pórticos.



B. Sistema de muros de carga.

Figura 7. Sistemas portantes de estructura más comunes.

(Bastidas Sanchez, 2019) (Eduartd Morales Andrade, 2016)

2.1.3 Tabiquería o mampostería

La tabiquería (también llamada mampostería) se refiere a los muros divisorios de los espacios de la edificación en un mismo nivel. Estos muros cubren la totalidad de la altura de un piso, dejando espacio para instalar el sistema de tuberías y las puertas y

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 61 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

ventanas. Se construyen a partir de ladrillos de diferentes materiales, entre los que se encuentran: mortero de cemento o arcilla, aunque últimamente, ha venido creciendo la tendencia de utilizar paneles de yeso-cartón para tal fin. La **Figura 8** muestra distintos tipos de tabiquería que se pueden utilizar.



a) Tabiquería en arcilla.



b) Tabiquería en mortero de cemento.



c) Tabiquería en paneles de yeso-cartón.

Figura 8. Distintos tipos de tabiquería.

(Asesoramiento y gestión de reformas Elena Ortega, s.f.) (Terrapilar, s.f.) (Ramon, s.f.)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 62 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		

2.1.4 Sistema de cañerías

A medida que se desarrolla la construcción de la obra, en ciertos momentos se debe evaluar llevar a cabo la instalación de otras estructuras que complementan a la edificación. Tal es el caso de las cañerías que transportan los fluidos esenciales hacia los espacios proyectados (cañerías hidráulicas), y que se deshacen de los residuos innecesarios (cañerías sanitarias). Por su parte, es común encontrarse con cañerías eléctricas, que protegen los cables para el transporte de la electricidad. Asimismo, de acuerdo a las condiciones que imponga el ambiente, se pueden encontrar cañerías de gas, de sistema contra-incendios, o cañerías hidráulicas para el transporte de agua caliente. En la **Figura 9** se evidencian los tres tipos de cañería básica: eléctrica (verde), hidráulica para agua fría (blanca) y sanitaria (amarilla)



Figura 9. Tipos más comunes de cañerías en toda edificación.

(2A Arquitectura, s.f.)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 63 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



2.1.5 Carpintería

En edificaciones, el término carpintería se refiere a los complementos de los cerramientos que permiten la ventilación de los espacios, como son las puertas y ventanas. Pueden ser de dos tipos: en aluminio o PVC. Para otro tipo de edificaciones, en esta parte se incluye los barandales de las escaleras, cerramientos en vidrio (en vez de tabiquería convencional), entre otros elementos. La **Figura 10** muestra el tipo de carpintería en aluminio aplicada en unas ventanas.

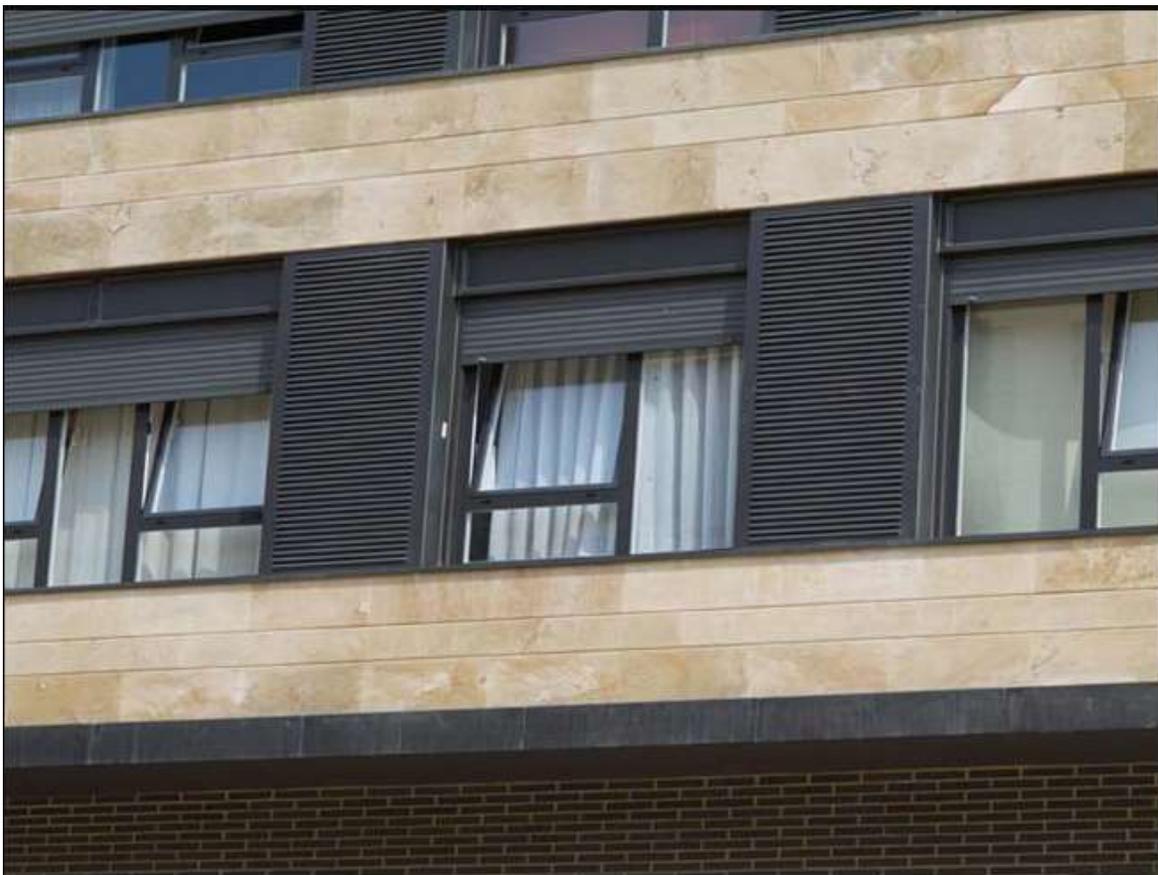


Figura 10. Carpintería en aluminio aplicada en ventanas.

(Carpintería Metálica Mirandesa, s.f.)

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 64 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



2.1.6 Acabados

Los acabados comprenden el conjunto de materiales, accesorios y elementos que dan el toque final a toda edificación. Con estos, se termina completamente la construcción de un espacio y se da paso a la entrega del mismo al cliente final para su uso y disfrute.

Cuando se habla de acabados, se refiere a aquello que se coloca en muros, pisos e, incluso, el cielorraso. Por tanto, estos cubren materiales como yeso o pintura (utilizados para los muros), cerámica o madera (utilizado para pisos), así como el poliestireno (icopor) o paneles de yeso-cartón (utilizados para cielorrasos). Recientemente también se han sumado los acabados de piedra tanto para pisos como para muros. La **Figura 11** muestra distintos tipos de acabados utilizados en diferentes espacios de una edificación. Mayoritariamente, se observan acabados de madera para pisos, y cerámica o yeso y pintura para los muros.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 65 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

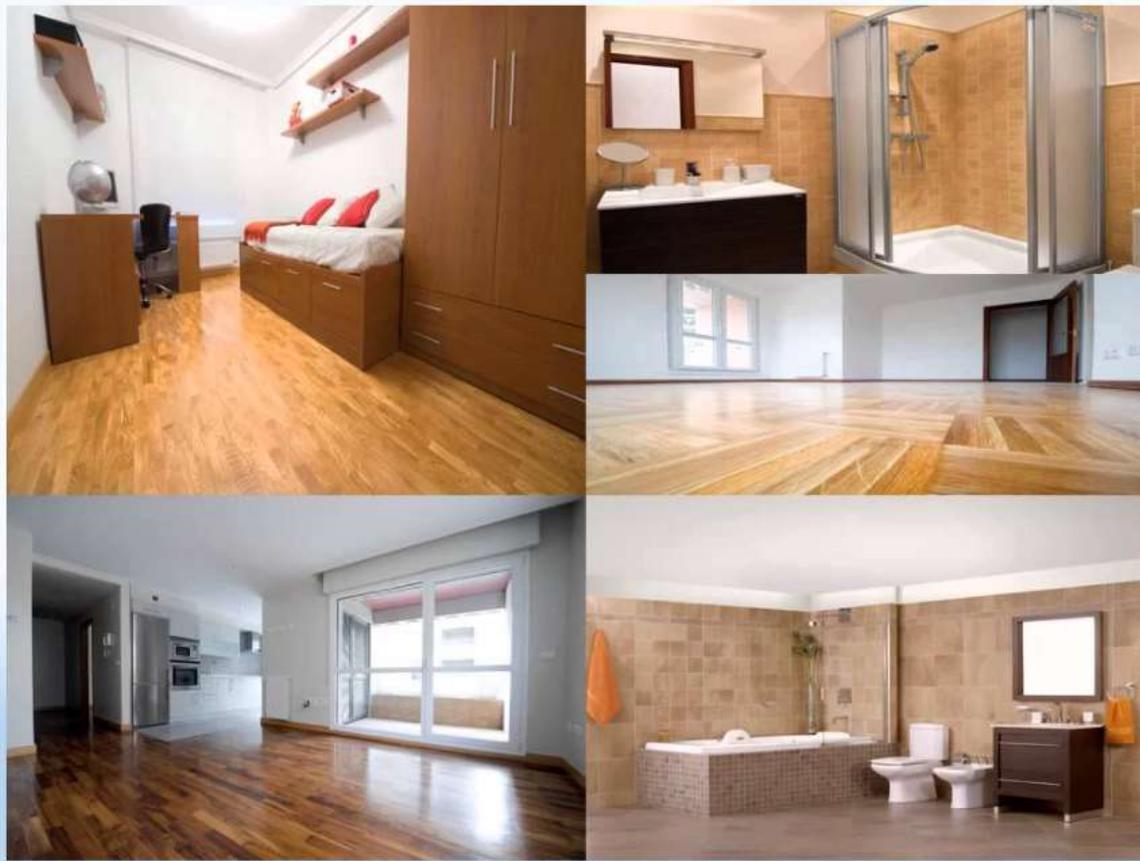


Figura 11. Acabados utilizados en distintos espacios de una edificación.
(Tipos de acabados, 2015)

2.2 SITUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL EN ARGENTINA

La construcción tradicional en Argentina ha desempeñado un papel significativo en el desarrollo y la evolución de la industria de la construcción en el país. Aunque en las últimas décadas se han introducido nuevas tecnologías y materiales en la construcción, el sistema tradicional todavía tiene una presencia notable en muchas regiones.

La construcción tradicional en Argentina se caracteriza por el uso de materiales locales como ladrillos, cemento, madera y piedra. Estos materiales han sido ampliamente utilizados debido a su disponibilidad y asequibilidad en el país. El ladrillo, en particular,

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 66 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		



ha sido uno de los elementos fundamentales en la construcción tradicional argentina, utilizado tanto en estructuras portantes como en paredes divisorias.

El sistema constructivo tradicional en Argentina se basa en técnicas y métodos de construcción transmitidos de generación en generación. Estas técnicas han sido adaptadas a las condiciones climáticas y geográficas del país, así como a las necesidades y preferencias de la población local. Por ejemplo, en zonas con climas fríos, se suelen utilizar técnicas de aislamiento térmico para garantizar el confort en el interior de las viviendas.

A pesar de la introducción de nuevas tecnologías y sistemas constructivos, la construcción tradicional sigue siendo ampliamente utilizada en Argentina, especialmente en áreas rurales y en proyectos de menor escala. Esto se debe en parte a la disponibilidad y familiaridad de los materiales tradicionales, así como a la preservación de la identidad cultural y arquitectónica del país.

Sin embargo, es importante destacar que la construcción tradicional en Argentina también ha experimentado avances y adaptaciones a lo largo del tiempo. La incorporación de nuevas técnicas de construcción, como el uso de sistemas de encofrado, la mejora en la calidad de los materiales y la implementación de estándares de seguridad y eficiencia energética, han contribuido a modernizar y optimizar el sistema constructivo tradicional.

Además, en los últimos años ha habido un aumento en la demanda de construcciones sustentables y ecológicas en Argentina. Esto ha llevado a la adopción de prácticas más sostenibles en el sistema constructivo tradicional, como el uso de materiales reciclados, sistemas de captación de agua de lluvia y energías renovables.

En conclusión, la construcción tradicional en Argentina sigue siendo una parte importante de la industria de la construcción en el país. Aunque se han introducido nuevas tecnologías y sistemas constructivos, el sistema tradicional basado en materiales locales y técnicas transmitidas de generación en generación sigue siendo valorado y utilizado en muchas regiones. El desarrollo sostenible y la incorporación de prácticas más eficientes y

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 67 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



respetuosas con el medio ambiente son tendencias en constante crecimiento en la construcción tradicional argentina.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 68 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



3 COMPARACIÓN SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL VS. SISTEMA CONSTRUCTIVO EMMEDUE®

Hasta este punto, se han descrito las principales características de los sistemas constructivos tradicional y el que utiliza paneles de poliestireno expandido, específicamente, bajo la marca comercial EMMEDUE®. Con ello en mente, se puede comparar ambos sistemas, evidenciando fortalezas y debilidades de cada uno, a fin de que se pueda tomar una correcta decisión en utilizar uno u otro para la construcción de edificaciones.

Esta comparación tendrá en cuenta información presentada aquí, así como el análisis de otros documentos que no se han referenciado hasta el momento, los cuales presentan más información de las propiedades de ambos sistemas.

3.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL. VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

3.1.1 Ventajas

El sistema constructivo tradicional ofrece diversas ventajas que lo hacen atractivo para muchos proyectos de edificación. En primer lugar, proporciona una amplia libertad para el diseño del proyecto. Los arquitectos y constructores tienen la flexibilidad de adaptar y personalizar el diseño según las necesidades y preferencias específicas del cliente, permitiendo crear espacios únicos y funcionales.

Otra ventaja destacada del sistema es su alta flexibilidad ante cambios que puedan surgir durante la construcción. La naturaleza modular y adaptable del sistema constructivo tradicional permite realizar ajustes in situ según las condiciones del terreno, requisitos estructurales o cambios de última hora, lo que facilita la solución de imprevistos y garantiza una mayor eficiencia en el proceso.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 69 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Una característica relevante del sistema tradicional es que no se requieren planos excesivamente detallados antes de iniciar la obra. Si bien es necesario contar con un diseño básico y la planificación general del proyecto, la metodología constructiva permite ajustes y modificaciones sobre la marcha, lo que puede ahorrar tiempo y costos en la etapa inicial de preparación.

Además, el diseño puede adaptarse a la estructura que se desee construir. El sistema constructivo tradicional es versátil y se adapta a una amplia gama de edificaciones, desde viviendas unifamiliares hasta edificios comerciales o industriales, lo que lo convierte en una opción viable para diversos tipos de proyectos.

En cuanto a la inversión en herramientas y equipos, aunque se requieren equipos especializados para ciertos aspectos de la construcción, la inversión en herramientas menores, que pueden sufrir daños y tienen una vida útil reducida, tiende a ser menor en comparación con otros sistemas constructivos más complejos.

Otra ventaja significativa es la disponibilidad de los materiales de construcción utilizados en el sistema tradicional. Dado que este sistema se emplea en todo el mundo y ha sido utilizado durante siglos, los materiales necesarios para su implementación están ampliamente disponibles en diferentes regiones, lo que facilita el acceso y la adquisición de los mismos.

Por último, el sistema constructivo tradicional destaca por su alto grado de durabilidad y su coste mínimo. Al emplear materiales probados y técnicas de construcción consolidadas a lo largo del tiempo, las edificaciones construidas con este sistema tienen una larga vida útil y requieren un mantenimiento relativamente bajo en comparación con otros sistemas más modernos y especializados.

En conclusión, el sistema constructivo tradicional ofrece una serie de ventajas que lo convierten en una opción atractiva para muchos proyectos de edificación. Su flexibilidad en el diseño y la construcción, la disponibilidad de materiales, la adaptabilidad a diferentes estructuras, la facilidad de realizar cambios in situ y su durabilidad son aspectos destacados

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 70 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



que han permitido que este enfoque se mantenga relevante a lo largo del tiempo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que cada proyecto es único, y la elección del sistema constructivo debe considerar cuidadosamente las necesidades específicas y las condiciones particulares de la obra.

3.1.2. Desventajas

El sistema constructivo tradicional, a pesar de sus ventajas, también presenta varias desventajas que deben ser consideradas al momento de elegir el enfoque constructivo para un proyecto. A continuación, se expondrán y se profundizará en algunas de estas desventajas:

Uno de los principales inconvenientes del sistema tradicional es el costo asociado a la mano de obra. La construcción requiere de trabajadores altamente capacitados en diversas técnicas constructivas, lo que implica un tiempo y recursos adicionales para proporcionarles la formación necesaria antes de iniciar la obra. Este aspecto puede incrementar significativamente los gastos del proyecto.

En el sistema tradicional, el encofrado es utilizado para dar forma a los elementos de la construcción, como columnas y vigas. Sin embargo, este encofrado debe ser montado y desmontado varias veces a lo largo del proceso de construcción, lo que ralentiza el avance de la obra y puede ocasionar demoras significativas.

La naturaleza del sistema constructivo tradicional puede implicar un uso excesivo de materiales, ya que en algunos casos se necesitan más recursos de los estrictamente requeridos para alcanzar la resistencia y estabilidad deseadas. Esto puede traducirse en mayores costos y en un mayor impacto ambiental debido al consumo adicional de recursos naturales.

Las construcciones realizadas mediante el sistema tradicional tienden a ser pesadas, lo que puede limitar su aplicabilidad en ciertos tipos de terrenos o requerir cimientos y estructuras de soporte más robustas. Además, las estructuras pesadas pueden aumentar el riesgo sísmico en zonas propensas a terremotos.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 71 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Durante el proceso de fraguado del concreto, pueden producirse contracciones que generen grietas en la estructura. Esto requiere un cuidadoso proceso de curado para evitar saturar el material y permitir que alcance la resistencia y durabilidad adecuadas.

Aunque el sistema tradicional ha permitido construir impresionantes obras arquitectónicas a lo largo de la historia, su adaptabilidad a diversas formas puede llevar a que la funcionalidad antisísmica sea menos efectiva en comparación con sistemas constructivos más modernos y especializados, que incorporan tecnologías y técnicas específicas para resistir los movimientos sísmicos.

Una vez que se ha llevado a cabo la construcción mediante el sistema tradicional, resulta complicado recuperar los elementos que componen la estructura. En caso de querer realizar modificaciones o demoliciones parciales en el futuro, puede ser necesario realizar trabajos adicionales y costosos para poder retirar o modificar los elementos constructivos sin comprometer la integridad de la estructura.

En resumen, aunque el sistema constructivo tradicional ha sido ampliamente utilizado a lo largo de la historia y ha permitido la creación de obras icónicas, presenta desventajas que pueden afectar la eficiencia, costos y funcionalidad de los proyectos actuales. En la actualidad, la industria de la construcción busca constantemente nuevas tecnologías y métodos para mejorar la calidad, sostenibilidad y resistencia de las edificaciones, lo que ha llevado al desarrollo de sistemas constructivos más avanzados y especializados.

Tabla 2. Resumen de las ventajas y desventajas del sistema constructivo tradicional.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Se cuenta con amplia libertad para el diseño del proyecto.	La mano de obra cuesta mucho. Hay que capacitar a los obreros antes de comenzar con la construcción.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 72 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>	



El sistema es muy flexible a cambios, de acuerdo a las situaciones que se presentan in situ.	Los procesos son muy lentos. Se debe montar y desmontar el encofrado una y otra vez, de acuerdo al elemento que se vaya a construir.
No se requieren planos muy detallados.	Los materiales se usan excesivamente.
El diseño se puede adaptar de acuerdo a la estructura que se quiera construir.	La estructura resultante es muy pesada.
Si bien se requieren equipos especializados, la inversión en herramientas menores (que sufren de constantes daños y tienen vida útil reducida) es menor.	Se presentan contracciones en el fraguado. El curado debe ser cuidadoso para no saturar el material.
Los materiales de construcción se encuentran casi que en todo el mundo.	Al ser versátil y adaptarse a cualquier forma, ha permitido construir grandes obras arquitectónicas, pero con poca funcionalidad antisísmica.
Tiene alto grado de durabilidad y coste mínimo.	No se puede recuperar los elementos que componen la estructura.

Fuente: (Salvatierra Espinoza & Villavicencio Morán , 2017); (Bello Zambrano & Villacreses Viteri, 2021)

3.1.3. Costos de sistema constructivo tradicional en Argentina

En la actualidad, la edificación de una casa promedio en la ciudad de Córdoba demanda un presupuesto que supera los 22 millones de pesos argentinos, según el último informe del Instituto de Estadísticas y Costos (IEC) del Colegio de Arquitectos de la Provincia de Córdoba. Este dato es esencial para los profesionales del sector de la construcción y la comunidad en general, ya que refleja el costo estimado por metro cuadrado.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 73 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>	



El aumento constante en el precio de los materiales de construcción tiene un impacto directo en los planes de obra de las familias que desean construir sus viviendas. Además, esta situación obliga a los arquitectos a revisar y ajustar los presupuestos casi mensualmente, así como a planificar los proyectos en etapas cada vez más cortas debido a la inestabilidad coyuntural de los precios.

El IEC, utiliza un modelo de simulación referencial para una vivienda estándar, que comprende una vivienda unifamiliar de 130 metros cuadrados en planta baja, con tres dormitorios, un baño, estar comedor, cocina, lavadero, toilette y garaje. Según el informe, el monto total de la obra asciende a \$ 22.391.759,72, mientras que el costo por metro cuadrado básico es de \$ 172.244,31. Si se incluyen las cargas sociales e impuestos, el costo por metro cuadrado alcanza los \$ 221.482,00. En comparación con los precios de noviembre de 2021, se ha experimentado un aumento significativo de \$ 113.057,21 por metro cuadrado.

Es importante tener en cuenta que estos montos son referenciales para la ciudad de Córdoba y pueden variar en la realidad debido a los diferentes costos de mano de obra, los materiales utilizados y el diseño específico de cada proyecto. El Colegio de Arquitectos aclara que los datos publicados no tienen carácter oficial y que no se hace responsable por el mal uso de esta información.

El informe también destaca que los precios de los materiales incluyen IVA y corresponden al pago al contado en efectivo. Por otro lado, el monto final por metro cuadrado, incluyendo cargas sociales e impuestos, contempla una serie de elementos como ingresos brutos, contribución municipal, impuesto a las ganancias, seguridad social, obra social, riesgos del trabajo (ART), fondo de desempleo, incidencia de feriados, aguinaldo y presentismo. No obstante, estos valores son referenciales y pueden variar según la situación fiscal y contributiva de cada caso en particular.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 74 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Es relevante resaltar que los precios por metro cuadrado no incluyen gastos y beneficios, ya que estos se estiman individualmente para cada proyecto. Los costos de mano de obra están computados sin cargas sociales y también son referenciales.

En conclusión a lo anterior, el aumento sostenido en el costo de construcción de viviendas estándar en la ciudad de Córdoba representa un desafío para las familias y los arquitectos, quienes deben adaptarse constantemente a la fluctuación de los precios de materiales y otros factores para llevar a cabo sus proyectos de construcción.

3.2 SISTEMA CONSTRUCTIVO DE PANELES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE®)

3.1.1 Ventajas

El sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido (Emmedue®) ofrece una serie de ventajas significativas que lo han convertido en una opción cada vez más popular en la industria de la construcción. A continuación, se detallarán y se explayarán en profundidad estas ventajas:

Una de las principales ventajas del sistema Emmedue® es su eficiencia en términos de costos. En comparación con el sistema constructivo tradicional, el uso de paneles de poliestireno expandido puede significar un ahorro considerable en materiales y mano de obra. Además, la rapidez en el proceso de construcción también contribuye a reducir los costos totales del proyecto.

Gracias a su diseño prefabricado, los paneles de poliestireno expandido se ensamblan rápidamente en el sitio de construcción, lo que reduce significativamente el tiempo necesario para completar la obra en comparación con el sistema tradicional. Esto se traduce en una entrega más rápida del proyecto y, por ende, en menores costos asociados a la mano de obra y al alquiler de equipos y maquinaria.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 75 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Los paneles de poliestireno expandido utilizados en el sistema Emmedue® están diseñados para proporcionar una alta resistencia sísmica. Esto significa que las construcciones realizadas con este sistema tienen una mayor capacidad para soportar los movimientos sísmicos, lo que mejora significativamente la seguridad estructural en áreas propensas a terremotos.

Los paneles de poliestireno expandido son livianos pero al mismo tiempo ofrecen una estructura resistente y duradera. Esta combinación de características brinda una mayor seguridad y estabilidad a la edificación, lo que se traduce en una mayor vida útil de la construcción y una menor necesidad de mantenimiento a lo largo del tiempo.

El sistema Emmedue® es altamente versátil y adaptable a diversas configuraciones arquitectónicas. Los paneles se pueden utilizar para construir diferentes tipos de edificaciones, desde viviendas residenciales hasta edificios comerciales e industriales. Esto permite a los arquitectos y diseñadores dar rienda suelta a su creatividad y concebir proyectos arquitectónicos innovadores y personalizados.

La instalación de los paneles de poliestireno expandido es relativamente sencilla y no requiere de mano de obra altamente calificada. Esto puede significar un ahorro en costos laborales, ya que no es necesario contar con especialistas en albañilería o técnicos altamente entrenados para llevar a cabo la construcción.

Los paneles de poliestireno expandido utilizados en el sistema Emmedue® han sido diseñados y probados para responder adecuadamente ante situaciones de incendio. El material cuenta con propiedades ignífugas que contribuyen a retardar la propagación del fuego, lo que proporciona mayor seguridad y protección a los ocupantes de la construcción en caso de emergencia.

Los paneles de poliestireno expandido ofrecen un excelente aislamiento térmico, lo que permite mantener una temperatura interior confortable incluso en condiciones de altas temperaturas externas. Esta característica ayuda a reducir la dependencia de sistemas de

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 76 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



climatización, lo que a su vez contribuye a disminuir los costos de energía y favorece la eficiencia energética de la construcción.

En conclusión, el sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido (Emmedue®) presenta una serie de ventajas importantes que lo hacen una opción atractiva para diversos proyectos de construcción. Desde la reducción de costos y el ahorro de tiempo hasta la resistencia sísmica, seguridad, durabilidad, versatilidad arquitectónica y eficiencia térmica, este sistema ha demostrado su capacidad para ofrecer soluciones constructivas confiables y funcionales. Cada vez más, este enfoque innovador ha ganado popularidad en la industria de la construcción, brindando resultados satisfactorios tanto para los constructores como para los propietarios y usuarios de las edificaciones.

3.1.2 Desventajas

El sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido (Emmedue®) presenta una serie de desventajas que deben ser consideradas antes de decidir su implementación en un proyecto de construcción. A continuación, se profundizará en cada una de estas limitaciones:

Una de las principales desventajas del sistema Emmdue® es su restricción en el número de pisos que se pueden construir. Debido a la naturaleza del material y su capacidad de carga, las construcciones con este sistema suelen estar limitadas a un número reducido de pisos, lo que puede ser un inconveniente en proyectos de edificios altos o complejos.

Los paneles de poliestireno expandido utilizados en el sistema Emmdue® deben ser fabricados en una planta especializada y posteriormente transportados al sitio de construcción. Esto implica que no se utilizan materiales locales, lo que puede aumentar los costos logísticos y tener un impacto en la huella ambiental del proyecto debido a la emisión de gases de efecto invernadero durante el transporte.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 77 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



La naturaleza del sistema de paneles de poliestireno expandido puede dificultar el acceso y mantenimiento de las instalaciones eléctricas o hidrosanitarias una vez que la construcción ha sido completada. La falta de accesibilidad a los sistemas puede requerir soluciones más complejas en caso de reparaciones o modificaciones posteriores.

Los paneles de poliestireno expandido tienen un comportamiento deficiente frente a incendios. En caso de un fuego, este material puede aumentar significativamente las temperaturas al interior de la estructura, lo que podría poner en riesgo la seguridad de los ocupantes y afectar la integridad de la construcción.

Durante un incendio, los paneles de poliestireno expandido pueden emitir gases nocivos y monóxido de carbono, lo que representa un riesgo para la salud de las personas presentes en la construcción. La inhalación de estos gases tóxicos puede causar problemas respiratorios y otros efectos adversos para la salud.

El sistema Emmedue® presenta limitaciones en cuanto a la realización de perforaciones o cortes una vez que la construcción ha sido finalizada. Estas acciones podrían ocasionar grietas o daños en el acabado final de la estructura, lo que restringe la flexibilidad y adaptabilidad de la construcción para futuras modificaciones o necesidades específicas.

Es importante destacar que, si bien el sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido (Emmedue®) ofrece ciertas ventajas, también tiene sus desventajas, especialmente en términos de resistencia a incendios, mantenimiento y accesibilidad para las instalaciones. Antes de optar por este sistema en un proyecto de construcción, es crucial realizar un análisis detallado de las necesidades del proyecto, las restricciones y las consideraciones de seguridad para asegurar una decisión informada y adecuada para las circunstancias específicas de la obra. Además, es fundamental cumplir con las regulaciones y normativas de construcción vigentes para garantizar la seguridad y el bienestar de las personas que ocuparán la edificación.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 78 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Tabla 3. Resumen ventajas y desventajas del sistema constructivo de paneles de poliestireno expandido.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
Costos menores respecto del sistema tradicional.	Existen limitaciones en el número de pisos que se pueden construir.
Ahorro de tiempo de construcción.	No se utilizan materiales locales. Deben ser fabricados en una planta especializada.
Provee a la estructura de resistencia sísmica.	Hay dificultad para el mantenimiento de las instalaciones eléctricas o hidrosanitarias.
Proporciona seguridad, estabilidad y durabilidad.	Su comportamiento frente a incendios es defectuoso. Eleva las temperaturas al interior de la estructura.
Es versátil para la concepción de diversas puestas arquitectónicas.	Puede ser riesgoso para la salud humana en caso de incendio, ya que emite gases nocivos y monóxido de carbono.
Se utiliza mano de obra poco calificada.	Se presentan dificultades al momento del uso de las estructuras. No permite que se realicen perforaciones o cortes, pues puede derivar en grietas en el acabado final.
El comportamiento estructural frente al fuego es adecuado. La estructura responde correctamente.	
Permite un adecuado confort térmico frente a altas temperaturas naturales.	

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 79 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Fuente: (Méndez Lora, 2014); (Valero, Yáñez, & Olavarrieta, 2015); (Moreira & Peirano, 2015); (Llanes Pérez, Fernández Figueroa, & Sánchez Viquillón, 2020); (Bello Zambrano & Villacreses Viteri, 2021)

3.2.3. Costos de sistema de paneles de poliestireno expandido (EMMEDUE®)

El costo para el sistema constructivo Emmedue es de aproximadamente \$2,553.54 pesos argentinos. Por otro lado, en instalaciones eléctricas, el costo para este sistema es de \$532.371,258, mientras que en instalaciones sanitarias, el costo es de \$360.143,25. En ambas partidas, los montos son iguales y no varían.

Luego de realizar un exhaustivo análisis que involucró el cálculo de los materiales, tiempo de ejecución, mano de obra y equipos, se constató que el sistema Emmedue muestra una ventaja significativa en términos de tiempo de ejecución. Se determinó que es un 40% más rápido en comparación con el sistema de albañilería. La construcción con el sistema Emmedue finaliza en 11 de enero de 2018, mientras que la estructura de albañilería finaliza en 25 de abril de 2018, representando una diferencia de 57 días hábiles. Esta disminución en el tiempo de ejecución con Emmedue tiene un impacto significativo en el costo de mano de obra, ya que se reducen los días de trabajo y, por tanto, las prestaciones sociales.

En términos económicos, los costos de ambas estructuras también reflejan una clara ventaja para el sistema Emmedue. El costo total de la estructura construida con Emmedue es de \$6.002.325, mientras que la estructura de albañilería tiene un costo de \$11.293.875, lo que resulta en una diferencia de \$5.291.542,5 a favor de Emmedue.

Al analizar los resultados por cada partida seleccionada en ambos sistemas, se evidencia que en el sistema Emmedue, los materiales representan el 66.50% del costo total, mientras que los equipos y mano de obra representan el 2.09% y 31.40%, respectivamente. Por otro lado, para el sistema de albañilería, los materiales representan el 55.92%, los

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 80 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



equipos el 2.13%, y la mano de obra el 41.94%. Estos detalles se pueden apreciar claramente en el resumen de presupuesto de ambos sistemas.

En resumen, el sistema constructivo Emmedue muestra una ventaja económica significativa en comparación con el sistema de albañilería, tanto en tiempo de ejecución como en costos totales. Además, la distribución de los costos en cada partida muestra que Emmedue presenta una mayor eficiencia en el uso de materiales y mano de obra, lo que lo convierte en una opción atractiva y competitiva para proyectos de construcción

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 81 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

4 CONCLUSIONES

En la búsqueda constante por encontrar soluciones constructivas que satisfagan los desafíos actuales de la industria, este análisis detallado nos ha permitido explorar en profundidad las características, ventajas y desventajas de dos enfoques fundamentales: el sistema constructivo tradicional y el sistema de paneles de poliestireno expandido representado por Emmedue®. Esta comparativa es esencial para tomar decisiones informadas y estratégicas en el campo de la construcción, donde la optimización de recursos, la durabilidad de las estructuras y la adaptación a las condiciones cambiantes son cruciales.

El sistema constructivo tradicional, arraigado en la historia y respaldado por la experiencia, destaca por su versatilidad en el diseño y adaptabilidad a diferentes tipos de edificaciones. Su capacidad para ajustarse sobre la marcha y su amplia disponibilidad de materiales a nivel global lo han mantenido relevante a lo largo del tiempo. Sin embargo, las desventajas evidenciadas, como el alto costo de la mano de obra altamente capacitada, la posibilidad de sobreconsumo de materiales, la limitada resistencia sísmica y la falta de eficiencia en términos de tiempo y costos, plantean desafíos importantes que requieren una consideración cuidadosa.

Por otro lado, el sistema Emmedue® ha emergido como una alternativa innovadora y con ventajas notables en términos de eficiencia económica y constructiva. Su capacidad para acelerar la ejecución de proyectos, reducir los costos laborales y minimizar el uso de materiales, sin comprometer la resistencia estructural, lo convierte en una opción atractiva para la construcción moderna. No obstante, su restricción en la altura de construcción y las inquietudes sobre su resistencia al fuego y accesibilidad para mantenimiento son aspectos que deben abordarse para garantizar su aplicabilidad en una variedad de contextos.

En última instancia, la elección entre estos dos sistemas constructivos no es una decisión trivial, sino más bien un proceso reflexivo que requiere la consideración de múltiples factores

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 1 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		



interrelacionados. Las condiciones geográficas, el presupuesto, las regulaciones locales, las necesidades específicas del proyecto y las prioridades del cliente desempeñan un papel crucial en la selección del sistema más adecuado. Es importante destacar que la industria de la construcción sigue evolucionando, y la búsqueda de soluciones que equilibren la tradición con la innovación es un camino constante hacia la mejora continua.

En resumen, la construcción de edificaciones es un arte y una ciencia en constante transformación, y la elección entre el sistema constructivo tradicional y el sistema de paneles de poliestireno expandido como Emmedue® es un reflejo de esta evolución. Cada enfoque tiene su lugar y su propósito, y la clave radica en comprender a fondo las fortalezas y limitaciones de cada sistema para tomar decisiones informadas que conduzcan a proyectos exitosos, sostenibles y seguros en el entorno construido.

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 2 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



5 BIBLIOGRAFÍA

2A *Arquitectura*. (s.f.). Recuperado el 17 de Abril de 2023, de <https://2aarquitectura.com/>

Asesoramiento y gestión de reformas Elena Ortega. (s.f.). Recuperado el 17 de Abril de 2023, de Qué elegir en una reforma: Plancha de pladur o tabique tradicional: <https://asesorareformas.es/que-elegir-en-una-reforma-plancha-de-pladur-o-tabique-tradicional/>

Balter, J., & Miranda Gassull, V. (Noviembre de 2021). Análisis termo-energético y económico de sistemas de envolvente vertical prefabricada aplicados a una vivienda social en Mendoza. *XLIII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente*, 8, 9-18. Recuperado el 18 de Abril de 2023, de <http://hdl.handle.net/11336/159752>

Barrientos Correa, P. (2011). Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta Emmedue. *Universidad EAFIT*. Recuperado el 9 de Abril de 2023, de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/4226#.ZDLkD0zIGCk.mendeley>

Bastidas Sanchez, L. I. (18 de Febrero de 2019). *Medium*. Obtenido de Usos y recomendaciones de las estructuras en concreto.: <https://medium.com/@2520171108/usos-y-recomendaciones-de-las-estructuras-en-concreto-52be0c61a2e6>

Bello Zambrano, J. A., & Villacreses Viteri, C. G. (Septiembre de 2021). Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 1987-2011. doi:10.23857/pc.v6i9.3152

Benetti, M., & Viano, M. (2014). Planta de producción de paneles para hormigón proyectado. Estudio de prefactibilidad. *Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional*

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 3 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		

San Rafael. Recuperado el 19 de Abril de 2023, de <http://hdl.handle.net/20.500.12272/2746>

Calderon Nuñez, C. A., & Gamarra Musayon, C. D. (2020). Análisis comparativo del diseño sismorresistente estructural y costo de los sistemas constructivos Emmedue y EMDL, en la ciudad de Trujillo. *Universidad Privada del Norte.* Recuperado el 9 de Abril de 2023, de <https://hdl.handle.net/11537/24414>

Carpintería Metálica Mirandesa. (s.f.). Recuperado el 17 de Abril de 2023, de <https://www.carpinteriametalicamirandesa.com/productos>

Carrillo Hernández, J. M. (15 de Abril de 2023). *Ingeniería Civil y Administrativa.* Obtenido de Zapata corrida con Safe: <https://ingenieriaconsultoria.com/zapata-corrída-con-safe/>

Castro, L. S. (2019). Práctica supervisada: Asistencia técnica en ejecución de dúplex, sistema EMMEDUE. *Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.* Recuperado el 18 de Abril de 2023, de <http://hdl.handle.net/11086/14373>

Eduardt Morales Andrade. (24 de Mayo de 2016). Obtenido de SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN: APORTICADO: <https://eduardtma.blogspot.com/2016/05/sistemas-de-construccion-aporticado.html>

EMMEDUE - Advanced Building System. (13 de Abril de 2023). Obtenido de Un elemento industrializado para un proceso constructivo estandarizado: <https://www.mdue.it/es/paneles-emmedue>

Galimberti, P., Romero, F., Ziletti, M., & Adaro, J. (2010). Enfriamiento por ventilación nocturna. Estudio del comportamiento térmico dinámico de distintos sistemas constructivos de pared, para la ciudad de Rio Cuarto. *Avances en Energías*

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 4 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		



Renovables y Medio Ambiente, 14, 199-204. Recuperado el 19 de Abril de 2023, de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/100287>

Homify. (15 de Abril de 2023). Obtenido de Espacios: <https://www.homify.es/foto/3028209/losa-de-cimentacion>

La Librería del Ingeniero. (15 de Abril de 2023). Obtenido de ¿Cómo se Construyen las Zapatas Aisladas?: <https://www.libreriaingeniero.com/2021/05/construccion-zapatas-aisladas.html>

Llanes Pérez, M., Fernández Figueroa, E., & Sánchez Viquillón, D. (2020). Soluciones constructivas apropiadas para la inserción de nuevas edificaciones en el municipio de Guanabacoa. *Arquitectura y Urbanismo*, XLI(1), 75-91. Recuperado el 18 de Abril de 2023, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376862818007>

López Flores, L. E. (2018). Análisis y evolución de los sistemas constructivos prefabricados, impacto ambiental e interacción con el sistema constructivo tradicional mexicano. *Anales de Edificación*, 44. doi:10.20868/ade.2018.3799

Maldonado Rengel, J. M. (2010). Factibilidad del uso del sistema constructivo M-2 aplicado en viviendas en la ciudad de Loja. *Universidad Técnica Particular de Loja*. Recuperado el 20 de Abril de 2023, de <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/1157>

Méndez Lora, K. R. (2014). Paneles estructurales de poliestireno expandido: análisis energético en el clima tropical- húmedo de santo domingo y aplicado a la vivienda social (caso sistema EMMEDUE). *Universitat Politècnica de Catalunya*. Recuperado el 9 de Abril de 2023, de <http://hdl.handle.net/2099.1/23017>

Monasterio, S. (2019). Práctica supervisada: Asistencia técnica en obra - Sistema EMMEDUE. *Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas*,

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01 Página 5 de 138
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Físicas y Naturales. Recuperado el 19 de Abril de 2023, de <http://hdl.handle.net/11086/12828>

Moreira, O., & Peirano, J. (2015). Emmedue en Cañada Aparicio: Análisis del sistema aplicado a la vivienda de interés social. *Universidad de la República Uruguay.* Recuperado el 20 de Abril de 2023, de <https://hdl.handle.net/20.500.12008/31849>

Pilotes Sondepoz. (15 de Abril de 2023). Obtenido de Pilotes: <http://www.pilotessondepoz.com/servicios/pilotes/>

Ramon, J. (s.f.). *Habitissimo.* Recuperado el 18 de Abril de 2023, de Colocación de placas de cartón yeso para hacer tabique: https://fotos.habitissimo.es/foto/colocacion-de-placas-de-carton-yeso-para-hacer-tabique_706315

Salvatierra Espinoza, A., & Villavicencio Morán, J. (2017). Sistemas constructivos ventajas y desventajas. *Observatorio de la Economía Latinoamericana.* Recuperado el 9 de Abril de 2023, de <https://ideas.repec.org/a/erv/observ/y2017i23451.html>

Terrapilar. (s.f.). Recuperado el 18 de Abril de 2023, de Bloques: tabiquería y cerramientos: https://www.terrapilar.com/profesionales/prefabricados/cerramientos_y_tabiqueria/

Tipos de acabados. (6 de Agosto de 2015). Obtenido de Acabados en la construcción: <http://tipos-de-acabados-construccion.blogspot.com/2015/08/acabadosconstruccion-los-acabados-de.html>

Valero, D., Yáñez, N., & Olavarrieta, M. (2015). Evaluación física, mecánica y química sobre cerramientos utilizados posterior a un incendio. *Gaceta técnica*, 13(1), 7-20. Recuperado el 18 de Abril de 2023, de <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4909.9123>

Elaboró: Rossi, Luis Alberto	Código	
Revisó: Fontana - Ganancias	Emisión: 18 de Septiembre de 2023	
Autorizó: Fontana - Ganancias	Revisión: 01	Página 6 de 138
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>		