



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Comportamiento estructural de los sistemas de poliestireno expandido (Emmedue) y albañilería confinada, para viviendas de carácter social 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

García Espino, Irving Vladimir (ORCID: 0000-0001-9210-3303)

**ASESOR:**

Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA - PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a Dios por darme la vida y por tener a mis padres vivos. Este esfuerzo es para ustedes: papas, abuelos, tíos, hermano, mi pareja y en especial a mi mama china que desde el cielo me mira y sé que estará orgullosa de mi. A mi madre y mi padre que siempre creyeron y me alentaron a seguir luchando y no rendirme en mis objetivos. Para ellos les dedico mi arduo trabajo de lucha y perseverancia.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestro Dios, por permitirme estar con salud y continuar con los objetivos que me propongo para poder ayudar a mi familia y a la sociedad con mis labores profesionales.

A mis padres Edwin García Toledo y Laura Gamarra Espino, por inculcarme los buenos valores y en mencionarme siempre que la única clave para salir adelante en la vida es estudiando.

A mi hermano Rodolfo por estar siempre a mi lado en todas partes.

A la Universidad César Vallejo – Sede Norte, por ser la institución que me oriento a consolidar mis conocimientos a tan anhelada carrera de ser Ingeniero Civil y ser un profesional de éxito.

Así mismo, por la elaboración de mi tesis de investigación a mi asesor, el Dr. Ing. Omart Demetrio Tello Malpartida, quien con su paciencia, estímulo, enseñanza y tiempo logro asesorarme adecuadamente para realizar un buen trabajo de investigación.

## **Página del jurado**

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, Irving Vladimir García Espino, identificado con DNI N° 46049245, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería de la escuela profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en este trabajo de investigación son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo toda la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, Diciembre del 2019.



---

Irving Vladimir García Espino

DNI: 46049245

## ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	x
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	44
2.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	45
2.2 Operacionalización de variables.....	46
2.3 Población, muestra y muestreo.....	48
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de dato, validez y confiabilidad.....	50
2.5 Procedimiento.....	52
2.6 Métodos de análisis de datos .....	56
2.7 Aspectos éticos.....	56
III. RESULTADOS.....	57
3.1 Desarrollo del Procedimiento .....	58
3.1.1 Procedimiento de la construcción de pilas de und. de albañilería (F't).....	58
3.1.2 Procedimiento de la construcción de pilas de und. de albañilería (F'm).....	61
3.1.3 Procedimiento de la construcción en muretes de und. de albañilería (v'm).....	62
3.1.4 Procedimiento de la construcción de paneles de P.E a flexión.....	67
3.1.5 Procedimiento de la construcción de paneles de P.E a Axial.....	72
3.1.6 Procedimiento de la construcción de paneles(muretes) de P.E a Compresión Diagonal.....	73
3.2 Resultados.....	76
3.2.1 Ensayo a flexión a pilas de albañilería a los 28 días.....	76

3.2.1.1	Ensayo a flexión con carga central en paneles de poliestireno a los 28 días.....	77
3.2.1.2	Comparación de los resultados de ensayos a flexión para pila de albañilería y panel de poliestireno expandido.....	79
3.2.2	Ensayo a compresión axial en pila de albañilería a los 28 días.....	80
3.2.2.1	Ensayo a compresión axial en paneles de poliestireno expandido a los 28 días.....	82
3.2.2.2	Comparación de los resultados del ensayo de compresión axial en Pila de Albañilería y del Panel de Poliestireno.....	84
3.2.3	Ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería a los 28 días.....	86
3.2.3.1	Ensayo a compresión diagonal en paneles de 60x60 de poliestireno expandido a los 28 días.....	88
3.2.3.2	Comparación de los Resultado de los Ensayos de Compresión Diagonal de muretes de albañilería y paneles de poliestireno expandido.....	90
3.2.4	Análisis comparativo de costo de costo de los sistemas de poliestireno expandido(emmedue) y albañilería confinada.....	92
IV.	DISCUSIÓN.....	94
V.	CONCLUSIONES.....	96
VI.	RECOMENDACIONES.....	98
	REFERENCIAS.....	99
	ANEXOS .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Propiedades térmicas de ciertos tipos de muro estructurales con tecnología (emmedue).....	31
Tabla 2: Propiedades del panel superior para muro estructural (psme).....	31
Tabla 3: Propiedades del panel premium para muro estructural (ppme).....	32
Tabla 4: Propiedades del panel estándar para muro estructural (peme).....	32
Tabla 5: Propiedades del panel doble para muro estructural.....	33
Tabla 6: Propiedades del panel doble para losa estructural con nervaduras.....	34
Tabla 7: Propiedades del panel para escaleras estructural.....	36
Tabla 8: Propiedades del panel descanso.....	37
Tabla 9: Propiedades de mallas angulares.....	38
Tabla 10: Propiedades de mallas planas.....	38
Tabla 11: Propiedades de mallas tipo u.....	39
Tabla 12: Niveles de aislamiento acústico según sistemas estructurales convencionales.....	45
Tabla 13: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales... 46	
Tabla 14: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	47
Tabla 15: Muestra de ensayo a flexión en pilas de albañilería.....	59
Tabla 16: Muestra de ensayo de compresión axial en pilas de albañilería.....	59
Tabla 17: Muestra de ensayo de compresión diagonal en murete de albañilería .....	60
Tabla 18: Muestra de ensayo a flexión en panel de poliestireno expandido .....	60
Tabla 19: Muestra de ensayo de compresión axial en panel de poliestireno expandido.....	60
Tabla 20: Muestra de ensayo de compresión diagonal en paneles de poliestireno expandido .....	60
Tabla 21: Magnitud de validez.....	62
Tabla 22: Juicio de expertos.....	62
Tabla 23: Resultado de laboratorio a los 28 días.....	87
Tabla 24: Resultado de laboratorio a los 28 días .....	89
Tabla 25: Modulo de rotura en pila y panel a los 28 días.....	89
Tabla 26: Resistencia a la compresión axial en pila.....	92
Tabla 27: Resistencia a la compresión axial en p.e.....	94
Tabla 28: Compresión axial en pila de albañilería y panel de p.e a los 28 días.....	95

Tabla 29: Resistencia a la compresión diagonal con murete de albañilería.....	98
Tabla 30: Resistencia a la compresión diagonal en p.e.....	100
Tabla 31: Compresión diagonal en muretes de albañilería y panel de p.e a los 28 días.....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Tipos de paneles emmedue.....	30
Figura 2. Division típica panel para muro estructural.....	30
Figura 3. Division típica panel doble para muro estructural.....	32
Figura 4. Division típica panel losa estructural pl1 .....	34
Figura 5. Division típica panel losa estructural pl2.....	34
Figura 6. Division típica panel losa estructural pl3.....	35
Figura 7. Panel para escalera estructural.....	35
Figura 8. Panel descanso.....	36
Figura 9. Malla angular mra.....	37
Figura 10. Malla angular mra.....	38
Figura 11. Malla u mru – p.....	39
Figura 12. Malla entera.....	40
Figura 13. “Outlet 01”.....	42
Figura 14. “Outlet 02”.....	43
Figura 15. “Viviendas”.....	43
Figura 16. Tipos de ladrillos.....	46
Figura 17. Elementos estructurales.....	47
Figura 18. Muro portante.....	48
Figura 19. Columna de amarre.....	49
Figura 20. Viga solera.....	50
Figura 21. Materiales para los ensayos.....	69
Figura 22. Mortero.....	70
Figura 23. Construcción de pilas.....	70
Figura 24. Regla de nivelación de pilas.....	71
Figura 25. Pilas de albañilería.....	71
Figura 26. Pilas de albañilería.....	72
Figura 27. Materiales para los ensayos.....	73
Figura 28. Primera hilada de ladrillos para muretes.....	74
Figura 29. Colocación de la segunda hilada.....	75
Figura 30. Colocación de mortero en las juntas.....	75
Figura 31. Regla de nivelación de la 4ta hilada.....	76

Figura 32. Regla de nivelacion de la 4ta hilada de muretes.....	76
Figura 33. Muretes terminados (60x60).....	77
Figura 34. Malla electrosoldada galvanizada.....	78
Figura 35. Arena + cemento.....	79
Figura 36. Poliestireno expandido + malla electrosoldada g.....	79
Figura 37. Madera para el encofrado.....	80
Figura 38. Malla e. a medida.....	81
Figura 39. Refuerzo del p.e con alambre de amarre.....	81
Figura 40. Malla e. a medida.....	82
Figura 41. Pilas de panel de p.e.....	82
Figura 42. Malla e. a medida .....	83
Figura 43. Pilas de panel de p.e.....	83
Figura 44. Madera para el encofrado del panel.....	84
Figura 45. Refuerzo dl p.e con alambre de amarre.....	85
Figura 46. Encofrado del p.e.....	85
Figura 47. Vaciado del mortero.....	86
Figura 48. Vaciado mortero en 3 paneles.....	86
Figura 49. Pila con ladrillo king kong 18 huecos, sometido a una carga al centro de la luz de la pila.....	87
Figura 50. Grafica de modelo de rotura a flexión.....	88
Figura 51. Panel de Poliestireno apoyado en 2 varillas, sometido a carga céntrica.....	88
Figura 52 Grafica de modelo de rotura a flexión.....	89
Figura 53. Grafica comparativa del ensayo de módulo de rotura a flexión.....	90
Figura 54. Pila con ladrillo king kong, falla por carga.....	91
Figura 55. Cuadro de ensayo a compresión en pilas.....	92
Figura 56. Panel de poliestireno expandido, sometido a compresión axial.....	93
Figura 57. Cuadro de ensayo a compresión axial en P.E.....	94
Figura 58. Grafica comparativa de resultados del ensayo de compresión axial.....	96
Figura 59. Murete de albañilería, sometido a compresión diagonal.....	97
Figura 60. Diagrama de resultado de la cortante en el murete.....	98
Figura 61. Panel de poliestireno expandido, sometido a compresión diagonal.....	99
Figura 62. Diagrama de ensayo a compresión diagonal en paneles de p.e.....	100
Figura 63. Grafica comparativa de resultados del ensayo de compresión diagonal.....	102

Figura 64. Cuadro de Costo del Sistema de Poliestireno Expandido .....	103
Figura 65. Cuadro de Costo del Sistema de Albañilería Confinada .....	103
Figura 66. Diagrama de Costo x m2 de los sistemas .....	104

## RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo conocer los comportamientos de los sistemas de poliestireno expandido(emmedue) y albañilería confinada, con la finalidad de poder conocer las resistencias características a flexión, compresión axial y diagonal en los sistemas mencionados.

Esta investigación es de tipo aplicada, de nivel explicativo, como enfoque cuantitativo, método experimental y diseño cuasi - experimental.

Para la realización de este trabajo de investigación, se tuvo que construir 3 pilas para flexión, 3 pilas para compresión axial y 3 muretes para compresión diagonal para el sistema de albañilería y para el sistema emmedue, se construyó 3 paneles para flexión, 3 paneles para compresión axial y 3 paneles de 60x60cm para compresión diagonal. Los materiales fueron adquiridos en lima y se utilizaron ladrillos pirámide y mientras que los paneles fueron adquiridos en una empresa que fabrica tecnopor a distintas densidades y diferentes usos. Al igual que la malla electrosoldada se adquirió las planchas de 2"x 12G. Para ambos sistemas se utilizó la proporción de mortero 1:4. Todas estas muestras fueron realizadas en el laboratorio de ensayos de materiales de la UNI. Los resultados obtenidos a las resistencias características al módulo de rotura a flexión ( $f't$ ) para albañilería es igual a 11.95 Kg/cm<sup>2</sup> y el sistema emmedue es igual a 27.87 Kg/cm<sup>2</sup>. El de compresión axial ( $f'm$ ) para el sistema de albañilería es igual a 95.94 Kg/cm<sup>2</sup> y el sistema emmedue es igual a 47.39 Kg/cm<sup>2</sup>. Para compresión a corte ( $v'm$ ) para el sistema de albañilería es igual a 14.11 Kg/cm<sup>2</sup> y el sistema emmedue es igual a 9.91 Kg/cm<sup>2</sup>.

Concluyendo con la investigación se pudo determinar que el sistema de albañilería confinada tiene mejor comportamiento estructural ante los ensayos realizados y el sistema de poliestireno expandido (emmedue) no logro tener resultados favorables. Asimismo, se determinó que el costo para el sistema emmedue tiene un ahorro de 28.27% que el sistema de albañilería confinada.

**Palabras claves:** Comportamiento Estructural, Clasificación de albañilería, Paneles de Poliestireno Expandido, proceso constructivo.

## ABSTRACT

The research work aimed to know the behaviors of expanded polystyrene (emmedue) and confined masonry systems, in order to be able to know the characteristic flexural, axial and diagonal compression resistances in the mentioned systems.

This research is of applied type, explanatory level, such as quantitative approach, experimental method and quasi-experimental design.

In order to carry out this research work, it was necessary to build 3 flexion batteries, 3 axial compression batteries and 3 diagonal compression walls for the masonry system and for the emmedue system, 3 flexural panels, 3 panels for axial compression and 3 panels of 60x60cm for diagonal compression. The materials were acquired in Lima and pyramid bricks were used and while the panels were acquired in a company that performs technopor at different densities and different uses. Like the welded mesh, the 2 "x 12G plates were acquired. The mortar ratio 1: 4 was used for both systems. All these samples were made in the materials testing laboratory of the UNI. The results obtained at the characteristic resistance to the flexural rupture module ( $f't$ ) for masonry is 11.95 Kg / cm<sup>2</sup> and the emmedue system is equal to 27.87 Kg / cm<sup>2</sup>. The axial compression ( $f'm$ ) for the masonry system is equal to 95.94 Kg / cm<sup>2</sup> and the emmedue system is equal to 47.39 Kg / cm<sup>2</sup>. For shear compression ( $v'm$ ) for the masonry system it is equal to 14.11 Kg / cm<sup>2</sup> and the emmedue system is equal to 9.91 Kg / cm<sup>2</sup>.

Concluding the investigation, it was determined that the confined masonry system has a better structural behavior in the face of the tests carried out and the expanded polystyrene system (emmedue) failed to have favorable results. Likewise, it was determined that the cost for the emmedue system has a saving of 28.27% than the confined masonry system.

**Keywords:** Structural Behavior, Masonry Classification, Expanded Polystyrene Panels, construction process

## **I. INTRODUCCIÓN**

Durante los últimos diez años la carencia de viviendas en América Latina ha mejorado en la relación de hogares con acceso a una vivienda adecuada. En las comunidades latinoamericanas con un 45% se encuentran con la carencia de viviendas. Estas viviendas con déficits del 75% y que están sujetos a carencias por falta de servicios esenciales, elementos de materiales escasa, y el resto está sujeto a un déficit cuantitativo de vivienda improvisada o familiares numerosos que viven en un mismo techo. Esta situación es aplicable a las deficiencias del mercado hipotecario, al alto nivel de informalidad laboral y al costo relativamente alto de las unidades habitacionales, debido principalmente a la escasez de áreas con servicios municipales.

En el Perú está considerado un país subdesarrollado en comparación a otros países de Latinoamérica, el cual causa el incremento poblacional que afecta año tras año al país y en estos últimos años desarrollando un déficit de viviendas en sectores donde las personas de clase media y baja, necesitan tener un lugar donde vivir. Muchas de las personas provenientes de provincia que vienen a la ciudad en busca de mejores oportunidades laborales y éxito en la vida, la entidad del país no posee un plan que minimice tal situación.

Es por ello que en el Perú asciende a los 32.17 millones de residentes, dando un 76 % donde se condensan en espacios urbanos, mientras que el 24% en espacios rurales.

Por consiguiente, un considerable sector de la población reside en zonas de riesgo ante desbordes o suelos con rellenos sanitarios del cual incumplen con el acuerdo del Plan Nacional de Vivienda (PNV).

Ante la advertencia del Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento (MVCS), en 2016, la escasez de hogares de nuestro país aumento a 1.8 millones de unidades. Dado que la oferta anual de viviendas obtendría las 95,000 unidades, dando una demanda importante en sectores populares embebidos en Lima y Callao excediendo las 450,000.

Ante esta escases, un 33% le corresponde a uno cuantitativo, que determina la proporción de hogares que se necesitan construir; entretanto un 67% es de escases cualitativo, medido en hogares que no satisfacen con las necesidades básicas para ser ocupadas por deficiencias en materiales de construcción, dimensión (hacinamiento) y aproximación de servicios fundamentales (agua, desagüe y electricidad).

Acorde al MVCS, la creciente escases de viviendas sería concluido por circunstancias como la acotada indisposición a viviendas propias, el apretado continuo de avance urbano, el menudo atrayente financiero de hogares benéficos desde el margen de la perspicacia privada, así como el elevado auge de informalidad en la zona construcción. Es así que se señala que siete de cada diez hogares levantan edificaciones de manera informal, esto confiere que se encuentran en zonas donde no deben ser habitado, como en suelos blandos con alto índice de derrumbe, teniendo baja calidad estructurada y es irrisoria la resistencia ante sismos. Dado que nuestro país es alta mente sísmico y vulnerable ante los efectos o desastres de la naturaleza.

Ante esta necesidad de viviendas con sistemas comunes como la albañilería confinada, se plantea una nueva estrategia para la alta necesidad de viviendas de bajo costo y tiempo de ejecución. Para que así llegue a diferentes zonas económicas del Perú y que la ingeniería vea el arduo trabajo de indagar y proporcionar nuevos métodos constructivos, equipos innovadores que favorezcan la durabilidad, la resistencia ante sismos y el bienestar termo acústico.

Es así que en mi investigación presentare una nueva técnica constructiva alterno que son los paneles de poliestireno. Con el fin de que identifiquen su comportamiento estructural con la otra técnica convencional que utilizan las mayorías de viviendas y para también conocer y a su vez proveerles la seguridad de que el nuevo sistema pueda cumplir con la resistencia ante eventos de sismos en nuestro país. Y presentarlo como alternativa de construcción para futuros hogares unifamiliares y diferentes planes de construcción ya que lima es un departamento altamente poblado.

(Santiago Jiménez, 2017) en su investigación *“Análisis de paneles de poliestireno expandido Emmedue, en la mejora del proceso constructivo en viviendas unifamiliares en Pachacamac, Lima 2016”* tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, con el tipo de investigación **cuasi experimental**, optando como **objetivo** lograr que el sistema alterno de poliestireno sea rentable, para que los precios no obliguen a disminuir y/o optimizar recursos. Dando como **resultado** que la elaboración para hogares de 02 pisos + azotea con nivel de Acabado, el área techada es de 425 m<sup>2</sup> aprox. Presentando dos propuestas: Iniciando con el sistema tradicional y continuando con la técnica EMMEDUE, el estudio arroja una economía en valor de 37.74 soles que optimiza una economía de 11.99% respecto de la propuesta con la técnica convencional, además de una

disminución en el EPS de 16,039.98 \$ que representa un 11.99% del presupuesto total. **Finalizando** después de comparar los sistemas de paneles de poliestireno y la albañilería confinada, aseveramos que proporciona grandes ventajas el sistema EMMEDUE, dado que la técnica constructiva es desarrollado notablemente, por ello la fase de realización no observan obstáculos, sabiendo además que no presentan una ruta crítica con esta nueva técnica constructiva Emmedue sea inviable, además tiene una diversidad y entonación adecuándose a diferentes caracteres y muestras de vivienda a construir, asimismo es semejante a otras técnicas constructivas. Esta investigación aporta en mi tesis respecto al proceso constructivo al compararlo con el sistema tradicional, a su vez contribuye a que no presentan problemas en la ruta crítica durante la ejecución de una vivienda, además de que es compatible con otros sistemas constructivos haciendo que trabajen dos sistemas en uno solo.

(Naiza Gonzalo, 2017) en su investigación *“Aplicación del poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la ciudad de Arequipa”* tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Santa María, con la investigación **experimental**. El **objetivo** consistió en presentar el progreso de elaborar unidades de (EPS) con el fin de ejecutar o sustituir unidades de mampostería dado que dentro de la combinación del mismo concreto liviano aporta una mínima densidad y mínima conductividad térmica. El trabajo inicio con 3 distribuciones por volumen de baldes de un galón, aplicando concreto liviano de perlas de poliestireno para muros no convencionales. **En los resultados** se lograron distintos ensayos, utilizando el más óptimo para su utilización del (EPS), se empleó una prueba directa de distintos vaciados que fueron sometidos al “ensayo a compresión” y poder elaborar unidades de concreto liviano para la evaluación de parámetros en comparación a la dosificación y que sea la más impecable para industrializar unidades de concreto. **Concluyendo** en la demostración de poder esquematizar y elaborar unidades de concreto en el reemplazo del agregado grueso por perlas de poliestireno, para los diseños a 15 kg/cm<sup>2</sup>, 20 kg/cm<sup>2</sup> y a 25 kg/cm<sup>2</sup> están demostrados en la norma de albañilería E 0.70, obteniendo efecto en el uso de materiales y costos sea adecuado en la elaboración de unidades de concreto liviano. Esta investigación aporta en mi tesis al desarrollo de nuevas estrategias de unidades de tabiquería con poliestireno, pero para uso de muros no estructurales, como podrían ser los muros divisorios. A su vez en la

investigación da conclusiones de que si es posible agregar perlas de poliestireno al diseño y elaboración de unidades de concreto en unidades de albañilería.

(Maslucan Ericson, 2013) en su investigación “*Sistema constructivo no convencional de viviendas empleando paneles de poliestireno expandido y malla electrosoldada tipo emmedue (m2)*” tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, en su investigación **experimental**. El **objetivo** de alternar nuevas técnicas constructivas, que otorguen nuevas alternativas, que sean económicos, rápidas en su ejecución y al mismo tiempo no disminuya la calidad final de la vivienda. El sistema constructivo Emmedue, se presenta como una nueva alternativa constructiva para nuestro país, en donde debido a la creciente demanda de viviendas, los materiales escasean o incrementan de precio. Este sistema presenta un nuevo material para la construcción que trae beneficios económicos y además acelera los procesos constructivos. Esta investigación dio como **resultado** que la resistencia máxima fue muy similar en 3 paneles obteniendo un promedio de 2700 kg, con una dispersión de 3%. Con la ejecución de un panel de espesor de 8cm de P.E, la transmitancia calculada térmica K, llega a 0.39W/m<sup>2</sup> K. La tecnología adquirida con nivel de aislamiento térmico mejora el proporcionado por los muros de oclusión para sistemas tradicionales. Se menciona que son equivalentes 2 obstrucciones térmicamente, cuando tienen el mismo beneficio de transmitancia térmica. Es así que mostraremos en los siguientes valores de transmitancia térmica K expresados en W/m<sup>2</sup>°C para distintas clases de obstrucciones para una construcción convencional, y el vínculo para muro de 10 cm de anchura total realizado con la tecnología de PSC, que presenta un valor de K=0,72. **Concluyendo** que la industrialización y la prefabricación están ligados entre sí, debido a que los sistemas no convencionales o los elementos prefabricados deben tener procesos industrializados y la fabricación en serie de sus componentes, que logre la eficiencia de los sistemas constructivos ya que la industria de la construcción y la cada vez mayor demanda de viviendas hace imprescindible conocer nuevas alternativas constructivas que mejoren procesos, disminuyan tiempos de ejecución y que a su vez otorguen un adecuado confort al usuario final. Esta investigación aporta en mi tesis como alternativa constructiva como es el poliestireno expandido que de la cual se investigó para la alta demanda de viviendas y que con este nuevo sistema trae beneficios económicos y además acelera los procesos constructivos.

(Alarcón Hans, 2017) en su investigación *“Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo – concepción – 2016”* tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana los Andes. En su investigación es **aplicada o tecnológico**, de nivel descriptivo – correlacional. El **objetivo** es conocer las propiedades técnicas de unidades de mampostería construidas en el anexo de Palian y distrito de Quilcas, empleadas en la construcción de edificaciones de Huancayo y concepción establecida según el reglamento E 0.70 y el desempeño estructural que estos poseen en tabiques de albañilería confinada. Los **resultados** obtenidos de las muestras al que se les denomina pilas y muretes, el cual se construyen con unidades de albañilería. Estas muestran se construyen con las mismas propiedades y características, con las que se construyen un muro portante del sistema tradicional. Los ensayos elaborados a las pilas y muretes obtendríamos resultados que nos permitan calcular la compresión  $f'm$  (pilas) y a corte  $V'm$  (muretes). El otro aspecto fundamental del ensayo es que nos permitirá analizar y comprender el comportamiento estructural de los muros del sistema tradicional ante eventos sísmicos y capacidad de carga. Pudiendo predecir las posibles formas de falla de la albañilería. El promedio final en los ensayos a compresión axial de unidades de mampostería del distrito de Quilcas es de 61.12 kg/cm<sup>2</sup> catalogados como ladrillo Tipo I al poseer una resistencia comprendida entre los rangos 70 – 95 kg/cm<sup>2</sup>, según la NTP E 070. **Concluyendo** según con la investigación, en el anexo de Palian y distrito de Quilcas, poseen un mal comportamiento estructural en edificaciones de 5 pisos, ante sismo moderado presenta fallas de corte por agrietamiento en los 4 pisos, por lo que es deficiente el comportamiento estructural. Según la evaluación de los ensayos clasificatorios de unidades de mampostería las propiedades técnicas de unidades de mampostería elaboradas en hornos del anexo de Palian y distrito Quilcas poseen calidad baja al clasificarse como ladrillo clase II y ladrillo clase I según los parámetros de la NTP E070. Esta investigación contribuye en mi tesis al determinar su comportamiento estructural de la albañilería confinada, ya que mi tesis se basa en emplear un nuevo sistema de poliestireno comparando con el de albañilería confinada para viviendas de carácter social, para que en esta investigación me permita conocer a fondo su análisis de sus comportamientos estructurales.

(Villanueva Hilder, 2018) en su investigación *“Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en*

*ventanilla, 2018*” tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo. Su investigación basado en el estudio **Experimental**. Su **objetivo** de realizar ensayos mecánicos del terreno, calculando la carga admisible del suelo y módulo balasto. La respuesta espectral de la obtención de la norma peruana tanto para el eje X como en el eje Y, y la ejecución de coeficientes de rigidez por Barkan, Ilichev y la Norma Rusa. Para después proceder a crear la estructura y desarrollar los modelos empotrados (M1) y el modelo flexible (M2) Barkan, (M3) Ilichev y (M4) Norma Rusa. **Concluyendo** con esta investigación se determinó que el comportamiento mecánico y dinámico del terreno arenoso, es afectado a una obra de albañilería confinada de 5 pisos del comportamiento estructural, de la cual resalta la realización del EMS para poder obtener datos que sirvan para generar los coeficientes de rigidez del suelo arenoso, consecuentemente realizar las técnicas de Interacción del terreno de la estructura para el control de periodos de vibración, el control de desplazamientos laterales y asentamientos totales, ya que en el distrito de ventanilla optan por la albañilería confinada y no tienen el control de profesionales. Por lo tanto, el comportamiento del terreno arenoso influye, afectando el comportamiento estructural de los asentamientos totales debidos a la flexibilidad del suelo de soporte, de los periodos de vibración debido a la baja rigidez de los coeficientes de rigidez del suelo y por último el aumento de los desplazamientos laterales. El asentamiento total del modelo flexible incrementa de 0.166 a 0.836 cm ó 80.16% al considerar un coeficiente de balasto igual a  $1.78\text{kg/cm}^2$  con respecto al suelo rígido de balasto  $9\text{kg/cm}^3$  según la figura 38. Por lo que se confirma que la interacción del suelo arenoso afecta en los asentamientos totales como indicador de una edificación de mampostería confinada de cinco pisos en su comportamiento estructural. Se analizó los periodos fundamentales de vibración es flexible al terreno arenoso con un aumento de un 32.77%, de (0.822 a 1.09) con respecto al suelo rígido indeformable en el eje X, según la figura N°18. En un 7.85% de (0.51 a 0.55) en el eje Y, según la figura 39 y 40. Por lo que se confirma que la interacción del suelo arenoso afecta en los periodos de vibración como indicador de una edificación de mampostería confinada de cinco pisos en su comportamiento estructural. Esta investigación contribuye en mi tesis al determinar sus comportamientos mecánico y dinámico del suelo para posteriormente poder hacer un diseño de una edificación, es por ello que en esta investigación me apoyo en conocer el comportamiento del suelo con la estructura ante los ensayos que realizó el autor y el análisis de interacciones del suelo que soporta vibraciones y los periodos de vibración respecto a una edificación de albañilería confinada.

(Sierra Jorge, 2014) en su investigación *“Análisis comparativo entre bloques de concreto tradicional y bloques de concreto alivianado con poliestireno”* tesis para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad Internacional del Ecuador, en su investigación **experimental**. El **objetivo** de obtener los pesos establecidos y examinar diferentes dosificaciones en volúmenes obtenido por uso de un aditivo plastificante para la realización de prefabricados de alta calidad. Los materiales basados con cascajo, el polvo azul, cemento y agua que son usados primero como bloques, se desarrollaran de forma tradicional, pero sustitución del cascajo por el poliestireno más un aditivo plastificante. En la actualidad emplean dosificaciones empíricas ya establecidas por los dueños de las “industrias de ladrillos” obtenidas en cierta resistencia a compresión en dichos ladrillos mismos que aparecen en la Norma INEN ecuatoriana en su fabricación de bloques artesanales. **Resultando** de suma importancia esta investigación que radica en estructurar en forma clara y con detalles sencillos referente a los resultados alcanzados en el laboratorio tanto de los bloques convencionales de concreto y los bloques de concreto aliviando con poliestireno. **Concluyendo** que la normativa interna limitará recopilar tanto en mecanismos internacionales y en estudios investigados(científicos), que los efectos que arrojan los ensayos en el laboratorio, para precisar su resistencia a la compresión. El argumento de esta investigación dispondrá de fundamentos internos y disposiciones de índole internacional y de la doctrina, según las leyes que establece la Norma INEN (Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización). En esta investigación el aporte que dio a mi tesis fue dar a conocer la comparación de bloques tradicionales con bloques de concreto adicionando poliestireno, las determinaciones de esta comparación dieron dosificaciones con una perfecta elaboración al mezclado, moldeo, vibrado y curado. Esta investigación atribuye además a nuevos bloques con poliestireno que brindara resultados óptimos para futuras construcciones con este nuevo sistema de bloques de concreto con poliestireno.

(Méndez Kelvin, 2014) en su investigación *“Paneles estructurales de poliestireno expandido: Análisis energético en el clima tropical – húmedo de santo domingo y aplicado a la vivienda social (Caso Sistema Emmedue)”* en la obtención del título de Master en la Universidad Politécnica de Cataluña, con la investigación **aplicada y desarrollo tecnológico**. Teniendo como **objetivo** al examinar los factores que conforman el sistema P.E.P.S. Destacando la “Eficiencia térmica”, que gestiona el Instituto Nacional de la Vivienda (INVI) para el estudio del comportamiento en viviendas de interés social en la

Republica Dominicana. Comprendió dos tipos de análisis: iniciando con un desarrollo general del confort térmico al modelo de vivienda social, donde usan el sistema P.E.P.S como técnica constructiva, y el segundo, con bloques de hormigón usados en sistemas habituales de construcción, que actualmente utilizan para este tipo de obras sociales, para diferenciar ambos estudios y determinar el más óptimo. La segunda evaluación consistió en un estudio, de simulaciones especificando sobre la cubierta. En el Distrito de la ciudad de Santo Domingo en la República Dominicana, se hicieron simulaciones “in-situ” al modelo denominado por ASHRAE un clima “muy caluroso y regado”, la máxima media de 25.4°C de temperatura y de 78% con humedad relativa anual; en el tropical es vulnerable los ciclones, año tras año, y posee niveles de precipitación de 1410 milímetros media anual. **Resultando** así, que el enfoque con paneles de poliestireno contengan mejores comportamientos térmicos que el habitual que son los bloques de hormigón y que el sistema P.E.P.S en el caso 1, alcance niveles de temperatura óptimos en su estudio. **Concluyendo** que los paneles para las cubiertas del sistema P.E.P.S, brindan una resistencia al flujo del calor. En temperaturas de 44.71° de las 11:00 horas son donde llegan a los picos más altos en temperatura, es en ese instante donde la superficie interior experimenta temperaturas de 27.70°C. La propagación de la temperatura entre el exterior con el interior tiene un tiempo de 8 horas. Es así que a las 13:00 hrs desarrollan una temperatura de 44.88 °C en el espacio exterior y a las 21:00 hrs con 29.43°C en el espacio interior. Esta investigación aporta en mi tesis al conocer más a fondo sobre los paneles de poliestireno en viviendas de carácter social en la republica dominicana, dándome nuevos conocimientos ante tanta demanda de viviendas y poder dar a conocer a la ciudadanía nuevos métodos constructivos, el autor señala en su investigación que el P.E.P.S obtiene una mejor practica en relación a lo térmico al del usual que es con bloques de hormigón.

(Lomas Miriam, 2015) en su investigación *“Uso de escombros, desperdicios y residuos de elementos estructurales de concreto armado y no estructurales de mampostería de bloques y ladrillos, combinados con poliestireno expandido para la elaboración de paneles prefabricados de bajo costo”* en la obtención de Grado de Maestría en la Universidad de Guayaquil, con la investigación **experimental aplicada**. El **objetivo** de emplear en la construcción paneles prefabricados, demostrando la aplicación de residuos de mamposteria, de ladrillos, bloques de concreto y componentes estructurales de hormigón más poliestireno. Esta creación de mejorar el medio ambiente está demostrando plantear una solución al

problema de costo en la construcción, permitiendo sostenibilidad en zonas habitacionales por el Estado a través del desarrollo de paneles prefabricado en la construcción, a partir de agregados reciclados (RCA) adicionando P.E. Durante los avances del panel emplearon 2 grupos de materiales: sin aditivos y con aditivos para cinco tipos de mezclas, hallando como **resultados** en las muestras 2 y 3 con aditivos, siendo estos los más óptimos. El análisis y el uso con este panel es ya habitual en otros países industrializados, donde las construcciones con alta demanda necesitan nuevos sistemas a emplear, como la reducción del tiempo y costo, es decir en minimizar el cronograma de obra. **Concluyendo** que, al realizar para todos los hormigones fabricados, a medida se aumenta la sustitución de árido grueso natural por árido grueso reciclado combinado con poliestireno expandido, la densidad del hormigón aumenta ya que los ensayos realizados con los áridos gruesos reciclados combinados con poliestireno expandido fueron correctos y adecuados para su utilización en el desarrollo de la investigación, pues sus características son similares a los áridos convencionales. En su investigación aporta en mi tesis nueva estrategia de paneles prefabricados mediante la utilización de los restos de albañilería, de arcilla, bloques de concreto y elementos estructurales de hormigón con poliestireno. Esto con lleva a conocer que los residuos pueden ser reutilizados previo estudio de los residuos. Es así que los ensayos realizados con los áridos gruesos reciclados combinados con poliestireno expandido fueron correctos y adecuados para la reutilización en el desarrollo de una nueva propuesta constructiva en lugares de escasos recursos en la localidad.

(Chicaliza Verónica, 2017) en su investigación *“Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso”* tesis para optar el título de Ingeniera Civil en la Universidad Técnica de Ambato, con la investigación **experimental**. El **objetivo** de realizar ensayos en el árido grueso proveniente de las minas ubicadas en el sector del Chasqui Lasso y la arena de la mina de la ciudad de Salcedo, en el “Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato”, también en la tusa de maíz y el poliestireno se comprobó la granulometría. Con estas referencias y resultados se procedió al cálculo de la dosificación para bloques con resistencia a compresión de 25,5 kg/cm<sup>2</sup> de la NTE INEN 638. Las pruebas para conocer su resistencia a la compresión se realizaron a los 7, 14, 28 días de edad, en sustitución parcial del 5%, 10%, 15% 25% y 50%

con poliestireno y tusa de maíz. La resistencia a compresión en el bloque tradicional fue de 26,57 kg/cm<sup>2</sup>, se **concluye** que conforme se sustituye en porcentajes, el bloque disminuye tanto en peso como en la resistencia. **Determinándose** que el porcentaje óptimo con poliestireno es del 5% y 10% por otra parte, para la tusa de maíz es del 5% resultados de resistencia a compresión que cumple con el valor requerido de 17,34 kg/cm<sup>2</sup> para bloque Clase C Alivianamiento en losas de la NTE INEN 3066, así también los bloques satisfacen con el porcentaje de absorción menor al 15%. En esta investigación aporta en mi tesis, en la resistencia a la compresión entre los bloques tradicionales y el de P.E granular y con bloques elaborados con tusa de maíz molido como auxiliar parcial del agregado grueso. Los ensayos resultaron favorables a la resistencia a compresión para el poliestireno con 5% y 10%, cumpliendo con el reglamento de su país.

(Herrera Marco, 2015) en su investigación ***“Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos”*** en la obtención del título de Maestría en ciencias materiales polímeros en el *Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.*, con la investigación **socioeconómico**. El **objetivo** fue precisar las propiedades *térmicas, mecánicas y acústicas* de un mortero aligerado con partículas de EPS reciclable en distintas granulometrías y proporciones, con el fin de elegir las mejores combinaciones de las variables de estudio para el diseño de un mortero ligero que pueda reducir efectos térmicos y acústicos. Es por ello que los estudios térmicos y acústicos se construyó una cámara térmica aislada y un tubo de ondas estacionarias, ambos reflejaron resultados aceptables dentro de los rangos reportados en las fichas técnicas para materiales conocidos. La granulometría fina elegida fueron las partículas no mayores a 4.76 mm de diámetro, mientras que la granulometría gruesa fueron las partículas entre 4.76 y 9.52 mm de diámetro. Los estudios de fluidez, permitieron elegir la proporción de 0.8% de EPS como la mezcla con menor contenido de EPS, mientras que la mezcla con alto contenido de EPS fue con proporciones de 1.6% de EPS en base a la masa del cemento. La densidad aparente disminuyó en un 18% en relación a la mezcla de referencia cuando se le agregó un porcentaje de 0.8% de EPS y aproximadamente un 28% cuando se le agregó 1.6% de EPS. La influencia de la granulometría no obtuvo diferencias significativas en la disminución de densidad aparente. **Resultando** que permite una incorporación de un material altamente desechado y voluminosos como el EPS para sumarse o incluso competir con otras tecnologías de

construcción que siempre van a pasos agigantados. Es así que **concluyendo** con su investigación obtiene un alto impacto socioeconómico por el simple hecho de contribuir con el medio ambiente y con potencial de negocio, permitiendo la incorporación de un material altamente desechado y voluminoso como el EPS a un segundo ciclo de vida para sumarse o incluso competir con otras tecnologías de construcción que siempre van a la vanguardia al mejorar la eficiencia energética en las edificaciones, especialmente en zonas cálidas. En esta investigación aporta en mi tesis, en conocer las propiedades térmicas, mecánica y acústicas del mortero aligerando con partículas de poliestireno, es por ello que elegí esta investigación para permitirme elegir como opción en la incorporación de nuevas herramientas para la construcción de viviendas y a la vez aportar a la disminución de la contaminación del medio ambiente.

(G.T. Adam, D.F. Craig, V.R. B.V, 2016) en su investigación “*Detailed experimental review of flexural behavior of cement stabilized soil block masonry*” con el tipo de investigación **experimental**. El **objetivo** se centra en obtener la composición de la característica de la resistencia y las propiedades del material, tales como la erosión. Es así que con cinco bloques de la pila unida por prismas de mampostería se utilizaron para definir su resistencia a la compresión de la mampostería. Las muestras se prepararon de conformidad con ASTM C1314 (2014 -ASTM). El uso de datos de contenido de humedad en lugar de los datos de tiempo de remojo, las unidades CSSB se saturaron a un 75% después de la inmersión en agua durante aproximadamente 39 min para mejorar la resistencia de la unión. prismas de mampostería unidas-Stack se prepararon utilizando estas unidades de mampostería CSSB parcialmente saturados y el ya mencionado mortero. Se empleó un espesor junta de mortero de aproximadamente 10 mm; la relación final de altura a anchura de 4 se mantuvo para todos los prismas, satisfaciendo el método de ensayo estándar. Los prismas de mampostería fueron envueltos en mantas húmedas y se curaron durante 28 días. Después se dejaron secar al aire libre durante 7 días a temperatura ambiente antes de la prueba. Para los prismas se ensayaron para resistencia a la compresión en una máquina de ensayo displacement controlled a una velocidad de carga de 0.61 mm = min. La mitad de ellos estaban empapados en agua durante 48 h antes del ensayo. La carga fracaso final fue grabado junto con el patrón de agrietamiento de la muestra que han fallado. La fuerza del prisma fue menor que la del mortero o el de la unidad en caso de prueba solo, como en la albañilería tradicional. unidades Prisma típicamente fracasaron como resultado de la tracción

indirecta causada por la tensión biaxial transversal, con grietas que forman paralelo a la carga de compresión aplicada. La resistencia a la compresión en húmedo y drycondition promedio se registró a 4,74 y 6,36 MPa, respectivamente, con desviaciones estándar de 0,36 y 0,86 MPa. una disminución dramática Tal en la fuerza entre condiciones húmedas y secas era de esperar; investigación anterior mostró que un mayor contenido de humedad tanto en el bloque y el mortero disminuye la fuerza total (Walker y Stace 1997). Los **resultados** para la carga PBJ se observa el patrón lineal, era de esperar, donde el aumento de las cargas precompressive producen una mayor resistencia a la flexión final. Para la tensión de flexión que se produce, el esfuerzo de compresión de las cargas de servicio simulados debe ser superada por el esfuerzo de flexión. Por lo tanto, cuanto mayor es la carga precompressive, mayor será el momento necesario para producir el fracaso. los wallettes ' desviación estándar agrupado fue 0,216 kN/m. Concluyendo con su investigación que un conjunto completo de experimentos se llevó a cabo una revisión exhaustiva de CSSB mampostería en flexión. Este trabajo **culminó** en la prueba de fuerza wallette en el que las cargas se aplicaron a las articulaciones de cama en ambas direcciones paralelas y normales con el fin de determinar la capacidad de resistencia a la flexión. La información experimental recogida reveló que la fuerza de flexión wallette aumentó a medida que aumentaron las cargas precompressive, como en la mampostería típica. Los modos de fallo para los dos tipos de muestras diferentes. En los especímenes PBJ, fallo se produjo en las articulaciones cama, donde se ha superado la resistencia de la unión con la mampostería. En los especímenes NBJ, insuficiencia fue representado por una fractura mayor alterna a través de la interfaz de ladrillo-mortero paralelo a la carga y la unidad de CSSB. Los wallettes fueron más fuertes en el NBJ dirección, pero eran mucho más frágil. Esto era indicativo de comportamiento frágil de los bloques que controlan la fuerza en esta dirección, lo cual tiene implicaciones para el diseño. Un modelo elástico lineal coincide con los resultados experimentales bien y por lo tanto se puede utilizar en el análisis estructural de CSSB walls bajo carga fuera de plano para mejorar la seguridad pública. Los datos y análisis en este estudio permitirán comprender mejor CSSB mampostería y pueden ayudar a difundir el uso de este material. El aporte en esta investigación fue en obtener la composición de la característica de la resistencia y las propiedades del material, tales como la erosión. Examinando cada uno de los cinco bloques de la pila unida por prismas de mampostería, además de utilizar el análisis en la resistencia de compresión de mamposteria. Es así que conociendo su resistencia a la flexión puedo conocer su comportamiento en la construcción de una mampostería típica.

(J.M. Davila, J.C. Fortes, A. Jaramillo Morilla, M. de la Torre & R. Pancho, 2019). En su investigación "*Behavior of expanded polystyrene as lightweight filler in retaining walls with intermediate slabs*" con la investigación **explorativo**. El **objetivo** es el estudio de explorar un muro de contención con una losa intermedia. Para reducir la presión lateral de la tierra en la pared, se propone la sustitución de parte del suelo por bloques de poliestireno expandido (EPS) con alta densidad, lo que podría generar importantes ahorros económicos. Además de analizar la posibilidad de construir la elevación del muro con un espesor menor (refuerzo de muro preexistente). Para ello, se estudiará en detalle la situación y la geometría óptima de los bloques EPS, además de un estudio de dos modelos a escala, uno sin EPS y otro con bloques con distribución rectangular. Los **resultados** recogidos nos permiten afirmar que la reducción de la presión es muy significativa si los bloques están dispuestos con la geometría y la situación adecuadas sobre el plano de deslizamiento, pero sin eliminar el efecto beneficioso del peso del suelo ubicado sobre la losa. La manera de realizar un doble estudio, es manejar programas estructurales como SAP 2000 y otro software Plaxis 2D como geotécnico. En esta percepción, se determinará un primer cálculo analítico de la seguridad de desplazamiento, y estos efectos se compararán con la aplicación de la computadora, con un análisis adicional del comportamiento del terreno bajo las diferentes alternativas propuestas. Además, estos resultados con Plaxis se contrastaron con los de dos modelos a escala. **Concluyendo** que, de las diferentes alternativas propuestas, está claro, como se esperaba, dado que aquellas que reemplazan, son parte del suelo natural por composición de poliestireno expandido en el área ocupada por la superficie de deslizamiento sobre la losa, pero sosteniendo un relleno de tipo granular. Por encima de esto, para que la losa no pierda su efecto favorable. La diferencia entre usar bloques de ancho más o menos constante y, por el contrario, colocar los bloques de manera gradual no presenta una conclusión clara. Aunque este último presenta un rendimiento óptimo desde un punto de vista técnico, complica un poco la ejecución, por lo que puede no ser la alternativa más adecuada, que, en cada caso, debe ser analizada. Sin embargo, las diferencias son diminutivas en el caso que se halla analizado aquí. Por lo general, debe agregarse que, independientemente de la solución adoptada, en todos los modelos, al incluir los bloques de EPS, la superficie deslizante se altera según el volumen ocupado por el material liviano suministrado, lo que concuerda con los hallazgos de Tsukamoto et al (2002). En esta investigación aporta en mi tesis, en conocer una nueva modalidad en ver un nuevo método al momento de construir un muro de contención con una losa intermedia. Esto es para reducir la presión lateral de la tierra en la

pared, es así que se propone la sustitución de parte del suelo por bloques de poliestireno expandido (EPS) con alta densidad, lo que podría generar importantes ahorros económicos. Dado este concepto de investigación, me incita a indagar más en tener más ventaja en la elaboración de otros sistemas como opción, para construcciones de muros de contención con material de EPS.

### **Poliestireno Expandido (Emmedue)**

El P.E conformado por un núcleo, cubierto de una malla de acero de alta resistencia en ambos lados, unidos entre sí por conexiones de acero de igual resistencia. El sistema tiene como fin, suministrar paneles prefabricados, siendo además un ahorrador de tiempo en la ejecución y mano de obra, logrando elaborar que sea un solo elemento y la facilidad de ser un sistema estructural auto portante, facilitando la práctica y obteniendo alta capacidad de aislamiento térmico y acústico, dando ventajas en los perfiles y acabados.

Además, el sistema presenta un comportamiento favorable ante los sismos; por lo que se manifiesta en informes que forma un sistema sismo resistente.

Los elementos estructurales del panel proporcionan un comportamiento conjunto ante eventos sísmicos. Sus propiedades lo hacen interesante para implementarlo como alternativa en nuestro país con porcentajes de sismicidad alto.

En 1984 fueron implementados en países con alto riesgo sísmico, dando una alternativa para viviendas de carácter social. Es así que la tecnología de paneles de poliestireno fue ingresando a los países de México, Chile, Bolivia y Venezuela, por nombrar algunos, y que fueron destinadas para viviendas, comercios e industrias.

La distribución por los 35 países en todos los continentes, en la utilización de paneles de poliestireno, lograron que esta tecnología sea aceptada e instaladas las plantas industriales en los siguientes países: Egipto, Venezuela, República Dominicana, Argentina, Costa Rica, Panamá, Nigeria, Mozambique, Irak, Libia, Turquía, Bolivia, Perú, Colombia, España, Italia, Rusia, Estados Unidos, México, Australia, Nicaragua y otros países.

Finalmente, en enero del 2011 fue incluido a nuestro país el sistema de poliestireno, consiguiendo gran notoriedad y curiosidad ante un nuevo sistema como alternativa de uso para viviendas e edificaciones. Ya que se ha demostrado su eficacia como una estructura que puede resistir eventos sísmicos y consiguiendo que en laboratorios de universidades de prestigio a nivel mundial los ensayos mecánicos.

### **Paneles de Poliestireno Expandido**

Los paneles de poliestireno son una nueva estrategia ante las nuevas técnicas constructivas de sismo resistente licenciado por EMMEDUE® (Italia), demostrando que el panel de poliestireno expandido ondulado, adosadas en ambas caras como una armadura, dando resistencia debido a las mallas de acero galvanizado de alta resistencia, anexadas una de otra por conexiones de acero electro soldados.

Esta distribución de paneles es de acuerdo a la arquitectura y diseño de los ambientes, tabiques y losas, ya que son empleados en sitio, a través del micro concreto, y en equipos mecánicos para el concreto lanzado. Dado que los paneles emplean elementos estructurales de cerramiento vertical y horizontal en la ejecución de una edificación, y que su capacidad portante responda ante el diseño del cálculo estructural.

La práctica modulación del sistema beneficia la simplicidad al proyecto y eleva su integración de otros sistemas como el de mampostería.

La facilidad del montaje, ligereza y simplicidad al momento de manipular al panel, permiten adelantar tiempos en su construcción para uso de residencia, industria o comercio.

### **Materiales Componentes**

#### **Matriz Central**

La creación de un nuevo modelo y la ventaja de evitar el flujo del agua y la humedad, establecen una barrera térmica, evitando que los muros se condensen. Es por ello que el poliestireno expandido es el núcleo, sin toxina, auto extingible, químicamente inerte, con densidad de 13 Kg/m<sup>3</sup>. Y que sus espesores van desde

4 cm hasta 40 cm según el diseño y elaboración donde se vaya a requerir el poliestireno.

### **Acero de refuerzo**

La malla electro soldada está unida entre conexiones con el mismo material y compuesta de alambres lisos de acero galvanizado, calibre 14, colocados en ambos frentes del cuerpo del poliestireno.

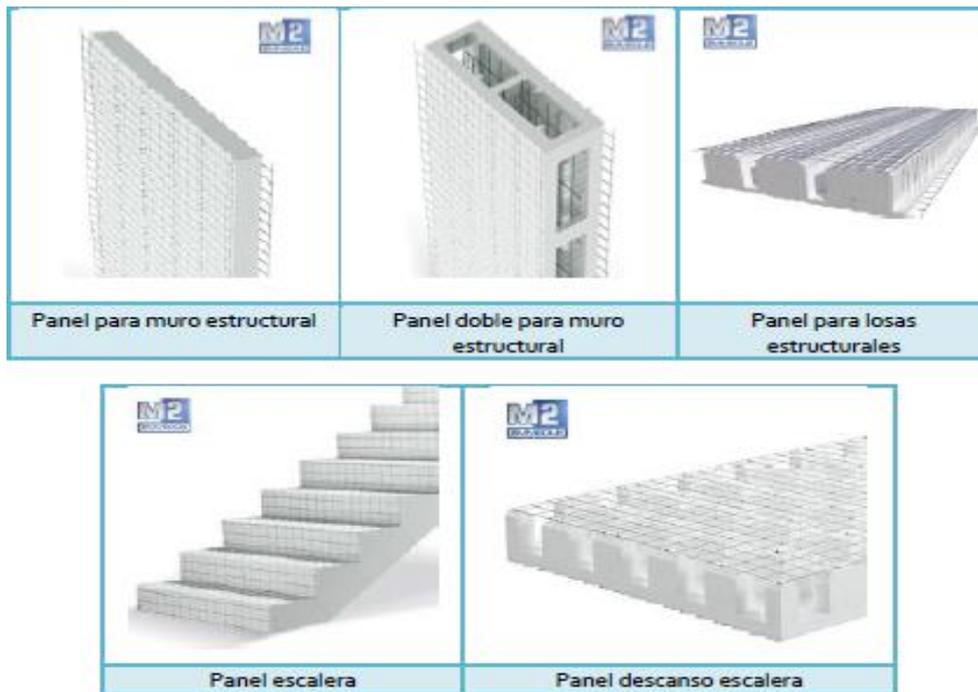
En la actualidad se fabrican mallas que forman una cuadrícula de 80x80mm, 95x100mm y 140x100mm. Los diámetros de estas van desde 2.50mm hasta 3.50mm. El espacio de los alambres transversales (conectores) son de 65 mm. Y su esfuerzo mínimo de fluencia del acero para mallas es de:  $F_y=6120 \text{ Kg/cm}^2$ .

### **Micro concreto**

En los revoques del panel utilizan una mezcla de cemento o micro concreto, agua y arena a proporción 1:4 (para el caso de usar arena de canteras más cercana a su obra), su resistencia a compresión mínima es de  $f'c=140 \text{ Kg/cm}^2$  (2000 psi) y la máxima de  $f'c =210 \text{ Kg/cm}^2$  (2986.9 psi), con anchura ambas caras del panel con 1" o 2.50cm para el caso de muros. Y aplicando fibra de polipropileno (Sikafiber-1.50 lb/m<sup>3</sup>). Después de ser revocadas, los espacios o superficies mantienen una humedad constante de por lo menos 7 días.

### **Propiedades de los Productos EMMEDUE**

A continuación, se desplegará los distintos productos de EMMEDUE, la relación de paneles a medida y con espesores a base de la exigencia del cliente. Cumpliendo con los estándares y accesorios del sistema de poliestireno.



*Figura 01.* Tipos de paneles emmedue

### **Panel para Muro Estructural**

El desarrollo de este panel de M.E son aplicados en regiones o zonas con alta sismicidad y también son aplicados en entrepisos y en losas de cubierta con distancias de hasta 5m, en construcciones de 4 a 6 pisos como máximo. Es por ello que se considera la adición de acero de refuerzo sumado, según los cálculos y diseño estructurales para su ejecución. Además, considerar espesores mayores al concreto estructural en la fachada superior (4 a 6 cm).

El sistema EMMEDUE obtiene formas de mallas estructurales en sus 3 tipos de paneles según la tipología de su cuadrícula. Y en corte se mostrará en la siguiente figura 02.

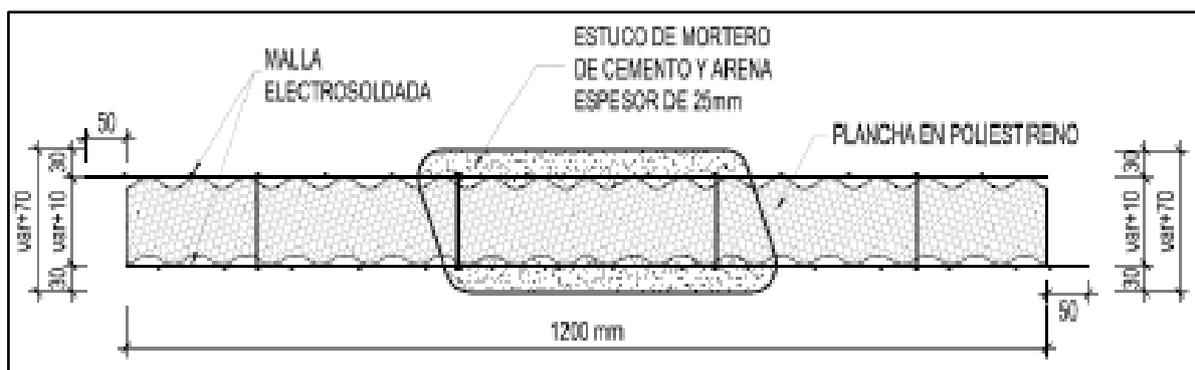


Figura 02. División típica del panel para muro estructural

**Tabla 1.** Propiedades térmicas de ciertos tipos de muros estructurales con tecnología emmedue

Tipo de panel	Espesor de la pared terminada (cm)	Coefficiente de aislamiento térmico $Kt$ ( $W/m^2 \cdot K$ )* (entre paréntesis los valores para conectores en acero inox)	Resistencia al fuego REI	Índice de aislamiento acústico
PSME40	11	0.947 (0.852)		41
PSME60	13	0.713 (0.618)		
PSME80	15	0.584 (0.489)	150	41

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

**Tabla 2.** Propiedades del panel superior para muro estructural (PSME)

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	$\Phi$ 2.50 mm cada 80 mm
Acero transversal	$\Phi$ 2.50 mm cada 80 mm
Acero de conexión	$\Phi$ 3.00 mm (cerca 72 unidades por $m^2$ )
Tensión característica de fluencia	$F_y > 6120 \text{ Kg/cm}^2$
Tensión característica de rotura	$F_u > 6935 \text{ Kg/cm}^2$
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 $\text{Kg/m}^3$
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

**Tabla 3.** Propiedades del panel Premium para muro estructural (PPME)

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.30 mm cada 95 mm
Acero transversal	Φ 2.30 mm cada 100 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (cerca 72 unidades por m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	F <sub>y</sub> > 6120 Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	F <sub>u</sub> > 6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

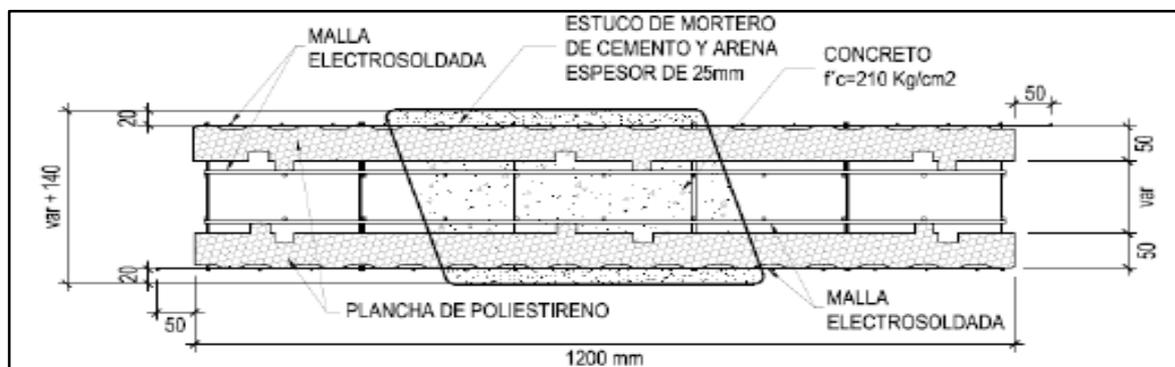
**Tabla 4.** Propiedades del panel estándar para muro estructural (PEME)

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	Φ 2.30 mm cada 140 mm
Acero transversal	Φ 2.30 mm cada 100 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (cerca 72 unidades por m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	F <sub>y</sub> > 6120 Kgf/cm <sup>2</sup>
Tensión característica de rotura	F <sub>u</sub> > 6935 Kgf/cm <sup>2</sup>
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Espesor de la plancha de poliestireno	Variable (de 40 a 400 mm)
Espesor de la pared terminada	Variable (espesor poliestireno + 70 mm)

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

### Panel doble para muro estructural

Esta comprendido para edificaciones ya que estas tienen un panel doble que incluye concreto estructural, basado en nuestra NTP. Formando así una resistencia altamente reforzada a la celda para que pueda brindar solicitaciones de cargas elevadas.



*Figura 03.* División típica del panel doble para muro estructural

**Tabla 5. Propiedades del panel doble para muro estructural**

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal externo	Φ 2.50 mm cada 80 mm
Acero transversal externo	Φ 2.50 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm (cerca 72 por m <sup>2</sup> )
Acero longitudinal interior	Φ 5.00 mm cada 100 mm
Acero transversal interior	Φ 5.00 mm cada 260 mm
Tensión característica de fluencia	$F_y > 6120 \text{ Kg/cm}^2$
Tensión característica de rotura	$F_u > 6935 \text{ Kg/cm}^2$
Separación interna entre las dos planchas de poliestireno	Variable, de 80 mm a 180 mm
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 a 25 Kg/m <sup>3</sup>
Espesor de la plancha de poliestireno	Aproximadamente 50 mm
Espesor de la pared terminada	Variable

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

### Panel losa estructural

La implementación para techos (*losas*) estructurales con nervaduras de poliestireno son aplicados en la construcción de techos y revestimiento en edificaciones colocadas con acero de refuerzo en sus aberturas de las nervaduras correspondientes. Posterior al vaciado de la mezcla (*concreto*) en la capa superior del panel y la impulsión del mortero estructural en la capa inferior. El concreto mínimo a utilizar es de  $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  y el mortero  $f'm=140 \text{ Kg/cm}^2$  en sus resistencias a la compresión.

Siendo que el panel represente un recurso adecuado para losas y cubiertas importantes (con distancias máxima de 9.50 m), por lo que el montaje debe ser optimizado, en algunos casos la utilización las nervaduras pre-hormigonadas son utilizadas en obra, para que le den rigidez. Según el número de nervaduras se fabrican tres tipos de paneles de losas; sencilla, doble y triple. Para cada tipo de losa el acero en mallas electro soldadas son las mismas y éstas se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 6.** Propiedades de los sistemas del panel doble para losa estructural con nervaduras

Malla de acero galvanizado	
Acero longitudinal	$\Phi$ 2.50 mm cada 80 mm
Acero transversal	$\Phi$ 2.50 mm cada 80 mm
Acero de conexión	$\Phi$ 3.00 mm (cerca de 72 m <sup>2</sup> )
Tensión característica de fluencia	$F_y > 6120 \text{ Kg/cm}^2$
Tensión característica de rotura	$F_u > 6935 \text{ Kg/cm}^2$
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente de aislamiento térmico para PL2	$K_t < 0.376 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ (0.281 para conectores en acero inoxidable)
Índice de aislamiento acústico	$I > 38 \text{ dB}$ en 500 Hz

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

Una nervadura de panel losa para armado de viga (PL1).

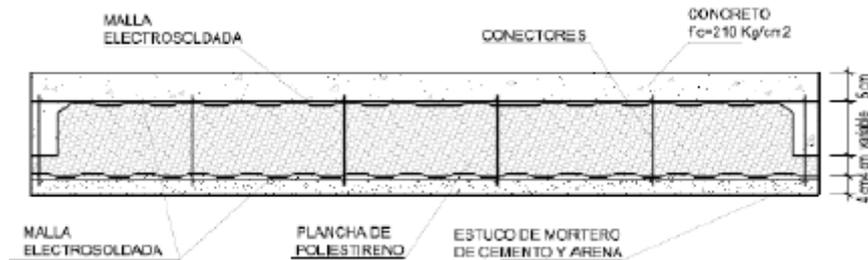


Figura 04. División típica del panel losa estructural PL1

Dos nervaduras de panel losa para armado de viga (PL2).

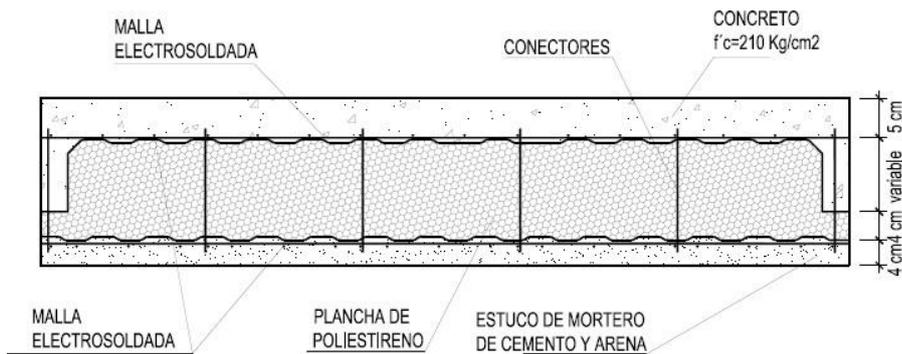


Figura 05. División típica del panel losa estructural PL2

### Tres nervaduras de panel losa para armado de viga (PL3).

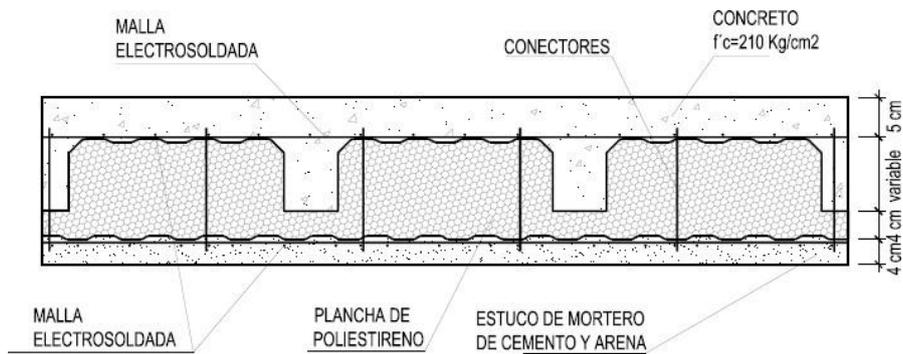


Figura 06. División del típica panel losa estructural PL3

### Panel Escalera

La escalera está compuesta por bloques de poliestireno, su perfilado de acuerdo a las dimensiones de las planchas a las exigencias trazadas y armadas de una doble malla empalmadas de acero, las numerosas costuras son unidas por el poliestireno y con conectores de acero soldados por electro fusión.

Además, el panel está provisto de la inserción de viguetas y barras nervadas en los espacios listos para ser llenados con hormigón. Su realización para rampas hecho del panel, tendrán una luz libre de hasta 6 m. Las aberturas proyectadas del panel serán clasificadas según la cantidad.

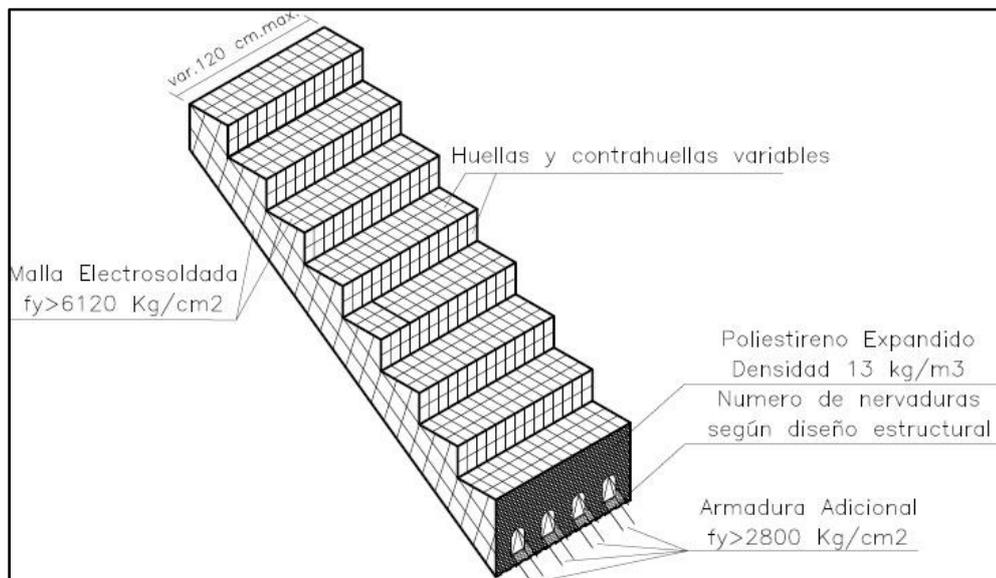


Figura 07. División del panel para escalera estructural

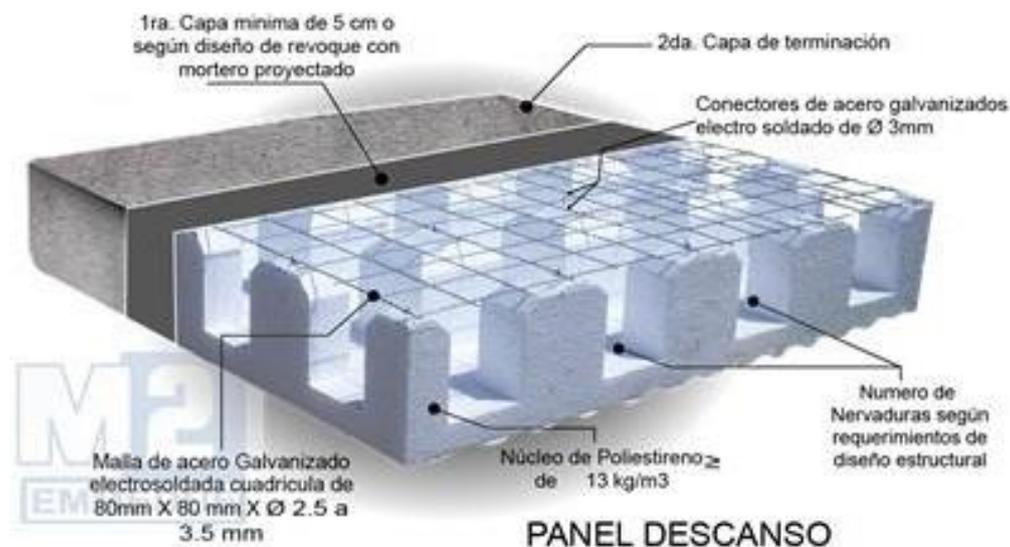
**Tabla 7. Propiedades del panel para escalera estructural**

Malla de acero galvanizado, PE 1, PE 2, PE 3 Y PE 4	
Acero longitudinal	Φ 2.50 mm cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.50 mm cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm
Tensión característica de fluencia	$F_y > 6120 \text{ Kg/cm}^2$
Tensión característica de rotura	$F_u > 6935 \text{ Kg/cm}^2$
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia al fuego REI	120 (ensayo efectuado Universidad de Santiago de Chile)

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

### Panel Descanso Escalera

Es el acoplamiento ideal de la escalera. Por lo que lleva un bloque de poliestireno, la ranura para su puesta de la armadura de refuerzo será en dos direcciones, según los requerimientos del diseño y el cálculo empleado. Se agrega al panel la malla electrosoldada en ambos frentes, superior e inferior unidas por conectores de acero de alta resistencia soldados por electro fusión. Las separaciones para el refuerzo estructural y los espesores correspondientes son rellenados con hormigón para el soporte de la carpeta de compresión.



*Figura 08. Panel descanso*

**Tabla 8. Propiedades del panel descanso**

Malla de acero galvanizado PD 1, PD 2, PD 3 Y PD 4	
Acero longitudinal	Φ 2.50 cada 80 mm
Acero transversal	Φ 2.50 cada 80 mm
Acero de conexión	Φ 3.00 mm
Tensión característica de fluencia	$F_y > 6120 \text{ Kg/cm}^2$
Tensión característica de rotura	$F_u > 6935 \text{ Kg/cm}^2$
Características del EPS	
Densidad de la plancha de poliestireno	13 Kg/m <sup>3</sup>
Resistencia al fuego REI	120 (ensayo efectuado Universidad de Santiago de Chile)

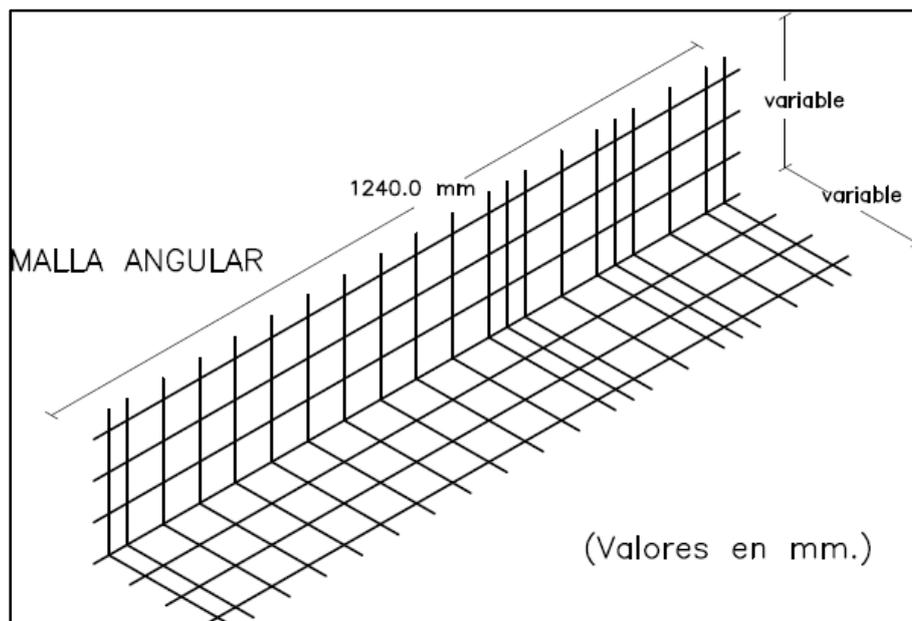
Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

### Mallas de Refuerzo

La característica de la malla es emplear el acero galvanizado y trefilado, con diám. de 2.5 mm, para reforzar vanos y encuentros en ángulo entre paneles, en la continuidad a la malla estructural. El panel es fijado con amarres hechos con alambres de acero o grapas.

### Malla Angular (MRA)

Son reforzadas en la aleación de sus ángulos. Su cantidad necesaria es de: 4 unidades en cada esquina (dos internas y dos externas).



*Figura 09. Malla Angular MRA*

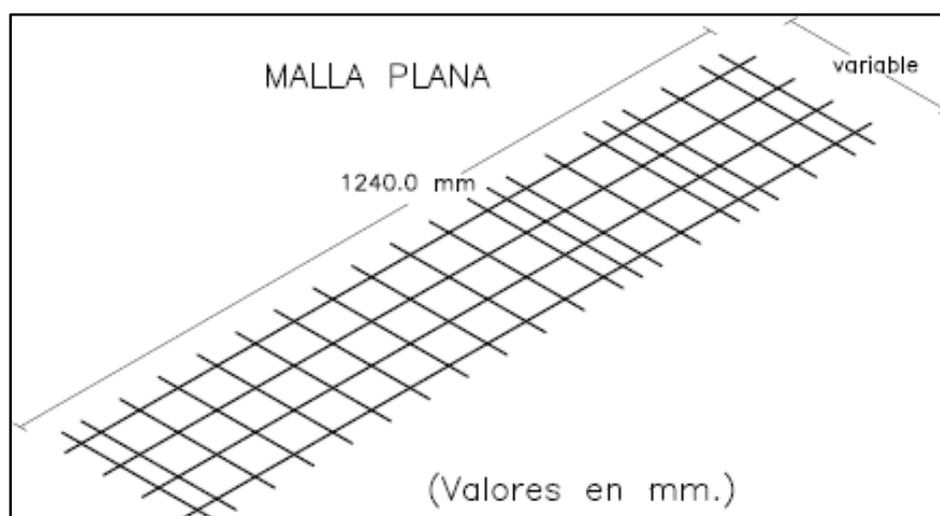
**Tabla 9. Propiedades de mallas angulares**

LISTADO DE MALLAS ANGULARES			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRA (1)	150 x 150 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50
MRA (2)	200 x 200 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50
MRA (3)	250 x 250 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

### Mallas Planas (MRP)

Fortalece las mallas cortadas y refuerza (a 45°), los vértices de vanos. Los empalmes entre paneles son eventuales. Ya que la implementación necesaria será de: 4 und. por ventana y 2 und. por puerta.



*Figura 10. Malla Angular MRA*

**Tabla 10. Propiedades de mallas planas**

LISTADO DE MALLAS PLANAS			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRP (1)	240 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50
MRP (2)	320 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

## Mallas U MRU-P

Las mallas “U” se dan en las puertas y ventanas para fortalecer su continuidad en los paneles. También es utilizado en los bordes libres cuando necesite reforzamiento.

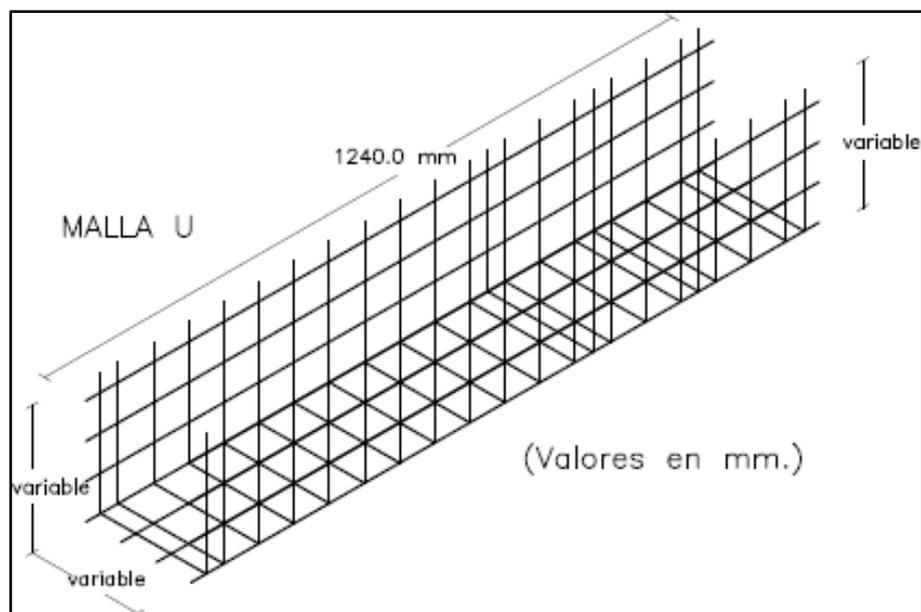


Figura 11. Malla U MRU - P

Tabla 11. Propiedades de mallas tipo U

LISTADO DE MALLAS TIPO U			
Tipo	Dimensiones (mm)	Separación acero (mm)	Diámetro acero (mm)
MRU-P40	175 x 50 x 175 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50
MRU-P60	165 x 70 x 165 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50
MRU-P80	155 x 90 x 155 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50
MRU-P100	185 x 110 x 185 x 1240	80 mm x 80 mm	2.50

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

## Mallas enteras de refuerzo RZ

La malla fortalece a los paneles. Su aplicación es varias.

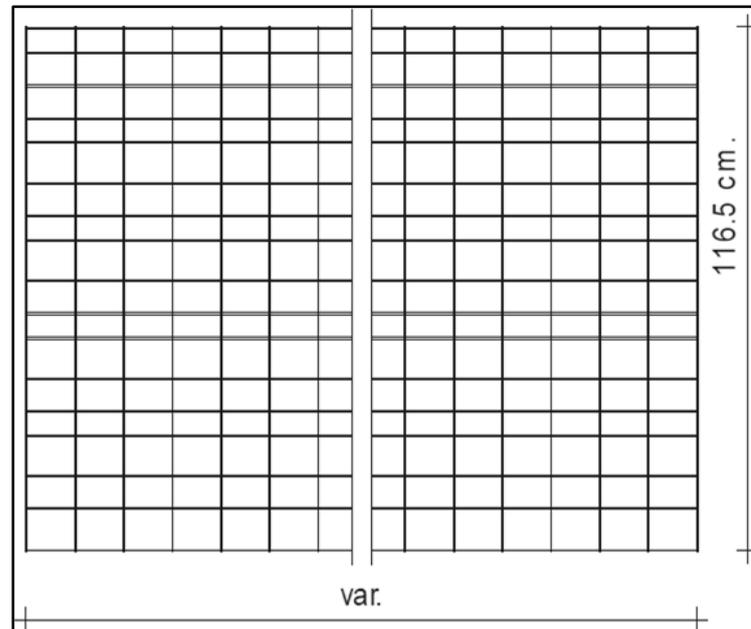


Figura 12. Malla entera

## Características y Ventajas del Sistema de Paneles EMMEDUE

De sus primordiales características y virtudes de uso del sistema emmedue se encuentran:

- Al revocar(repellados) a los paneles, conforman una resistencia estructural al muro, con propiedades de aislamiento termo-acústico.
- Son resistentes al fuego los paneles Emmedue.
- La elaboración de paneles en su construcción, es antisísmica.
- Facilidad de los paneles de ser manejados y montados.
- La versatilidad del uso en paneles, por su utilización en ***Muros Interiores como Exteriores, en Muros Curvos, Arcos y en Cubiertas Planas o Inclinadas.***
- La movilización de estos paneles es práctico y fácil, gracias a su bajo peso.
- Dada las pruebas obtenidas en laboratorios se demuestra que un panel acabado o terminado con 11.00 cm, es idóneo a los resultados de “***aislamiento acústico***” de 40 decibeles; clasificado como “***nivel placido***”. En comparación a otros

métodos constructivos, la notoriedad del uso con este panel es ventajosa ya que abastecerá que otras construcciones de mampostería y se acercará al *nivel de aislamiento acústico* proporcionado por el concreto reforzado. El valor de decibeles aproximados al aislamiento acústico en sistemas convencionales será según el espesor del muro terminado. Y se indicará en la tabla 12.

**Tabla 12.** Niveles de aislamiento acústico según sistemas estructurales convencionales.

<b> AISLAMIENTO ACÚSTICO APROXIMADO </b>	<b> dB </b>
Muro de mampostería de 14 cm de espesor	40
Muro de mampostería de 28 cm de espesor	50
Mampostería de piedra de 60 cm de espesor	56
Muro de 10 cm con placas de yeso de 13mm en cada lado (hueco)	30
Muro de 10 cm con placas de yeso de 16mm en cada lado (hueco)	33
Concreto de 30cm de espesor	57
Concreto de 25cm de espesor	54
Concreto de 15cm de espesor	50
Concreto de 12cm de espesor	48
Concreto de 8cm de espesor	45
Concreto de 4cm de espesor	40
Losa de concreto 10 cm de espesor con loseta vinílica	45
Vidrio de 5mm (sellado eficazmente)	20

Fuente: Manual técnico constructivo EMMEDUE

- El Aislamiento Térmico del Panel a comparación de un muro de mampostería es cuatro veces más que el tradicional, y doce veces más que un muro de hormigón.
- La aplicación del repellado a paneles se da en diferentes acabados, como: pintura, azulejos, tapiz, etc.
- La construcción y modulación de estos paneles no requiere mano de obra especializada.
- El sistema emmedue tiene elevada durabilidad.
- La versatilidad de este sistema, permite adaptar a otros sistemas comunes como (*Albañilería Confinada*).
- Para las instalaciones Eléctricas y Sanitarias tienen la facilidad y versatilidad al momento de ser acopladas al sistema.

- Tiene flexibilidad en tamaños de panales, según criterio especificado por el tratante.
- Las mallas resaltan en 50 mm en frentes opuestos, por lo que al “*montarse*” entre sí, consolidan la continuidad por “**Yuxtaposición**” de las armaduras, y no tener problemas al colocar elementos adicionales de empalme.
- Las pruebas en laboratorio demuestran que los paneles, concretamente el poliestireno no presenta dificultad en su vida útil. Por lo tanto, su durabilidad estructural a base de esta tecnología es alta, en comparación a otros sistemas estructurales convencionales.
- La elaboración y construcción con este sistema no representa un problema en la contaminación ambiental.

### Uso del panel

El uso de estos paneles son empleados para construcciones de *Viviendas, Edificios, Muros, Losas, Tabiquería, Muros de Contención, Cúpulas Esféricas, Escaleras y Otros.*



*Figura 13.* Outlet 01



*Figura 14.* Outlet 02



*Figura 15.* Viviendas

## **Albañilería Confinada**

El sistema de albañilería confinada es empleado durante años en edificaciones de viviendas con elementos de concreto armado en todo su perímetro. Ya que en obras utilizan Ladrillos de Arcilla Cocida, Columnas de Amarre, Vigas Soleras, entre otros elementos.

La construcción con este sistema se inicia con el muro de ladrillo, posteriormente se inicia el vaciado del concreto en las columnas de amarre y, finalmente, se construye el techo en conjunto con las vigas.

### **Unidad de Mampostería**

La unidad de mampostería está conformada por Ladrillos y Bloques de Mampostería, de Concreto o de Sílice Cal. Pudiendo ser Sólida, Hueca, Alveolar o Tubular.

### **Propiedades de la Albañilería**

- Se refiere unidad a aquel ladrillo cuya tamaño y peso permita que sea manejada con una sola mano. Se menciona bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.
- El ladrillo de mampostería son mencionados por esta norma como ladrillos y bloques en cuya fabricación se utilizan *la arcilla, sílice cal o concreto, como materia prima*.
- El ladrillo puede ser *sólida, hueca, alveolares o tubulares* y alcanzaran ser elaboradas de manera artesanal o industrial.

Al lograr su resistencia especificada a la unidad de mampostería de concreto y a su estabilidad volumétrica. Para uso de ladrillos curados con agua, tendrá un periodo mínimo para ser empleado y será de 28 días. Para su comprobación conforme a la NTP 399.602.

### **Limitaciones para la Aplicación en la Albañilería**

Dado por la Norma Técnica E.060. La aplicación de estas unidades de mampostería, estarán condicionados a lo indicado por la Tabla 13. La NTE E.030 de **Diseño Sismo Resistente**, serán indicadas por zonas vulnerables por sismos y serán indicadas en la siguiente tabla.

**Tabla 13.** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

\*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

### Pruebas

**Muestreo.** – La determinación del muestreo será a pie de obra. En cada lote será compuesto por hasta 50 millares de ladrillos que serán seleccionados al azar por una muestra de 10 unidades, sobre las que se ejecutarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

**Resistencia a la Compresión.** – Indicadas por la Norma NTP 399.613 y 339.604, establecen la determinación de la *resistencia a la compresión* a las unidades de mampostería, se ejecutará ensayos en laboratorios correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas. La característica de su resistencia a compresión axial en la unidad de albañilería (fb) se generará restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

**Variación Dimensional.** - Según la Norma NTP 399.613 y 399.604. para el análisis de la variación dimensional del ladrillo de mampostería, será respaldado por el procedimiento indicado por la Norma

**Alabeo.** - Según la Norma NTP 399.613, para determinar el alabeo de las unidades de mampostería, se respaldará por el procedimiento indicado por la Norma.

**Absorción.** – Según las Normas NTP 399.604 y 399.161, sobre los ensayos de absorción se contemplarán a lo estipulado en las normas.

#### **Aceptación de la unidad**

- Si el ejemplar presentara más del 20% de *dispersión* en el producto (coeficiente de variación), para ladrillos producidos industrialmente, o 40 % para ladrillos producidos artesanalmente, se examinarán otras muestras y de mantenerse esa dispersión de resultados, se rehusará del lote.
- El ladrillo de arcilla de *absorción y sílico calcáreas* no será mayor que 22%.
- El ladrillo de concreta clase, su absorción no superara su 12% de absorción. Y la absorción del ladrillo de concreto NP, no superara su 15%.
- Las caras laterales tendrán un espesor mínimo correspondientes al área de asentado y será de 25 mm para el **Ladrillo Clase P** y 12 mm para el **Ladrillo Clase NP**.
- El ladrillo de mampostería no presentara elementos extraños en su zona o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea.
- El ladrillo de mampostería de arcilla *cocida*, poseerá un color parejo y no aparecerá vitrificaciones. Por lo que será golpeado con un martillo, u elemento similar, produciendo un sonido metálico.
- El ladrillo de mampostería no presentara *hendiduras grietas, fracturas, resquebrajaduras, u otras imperfecciones* similares que destituyan su **resistencia y durabilidad**.
- El ladrillo de mampostería no presentara *manchas o vetas blanquinosas de procedencia salitrosa* o de otro carácter.



Figura 16. Tipos de Ladrillos

### Propiedades Estructurales

Para el plan(diseño) estructural, de unidades de mampostería serán indicadas en la siguiente Tabla 14.

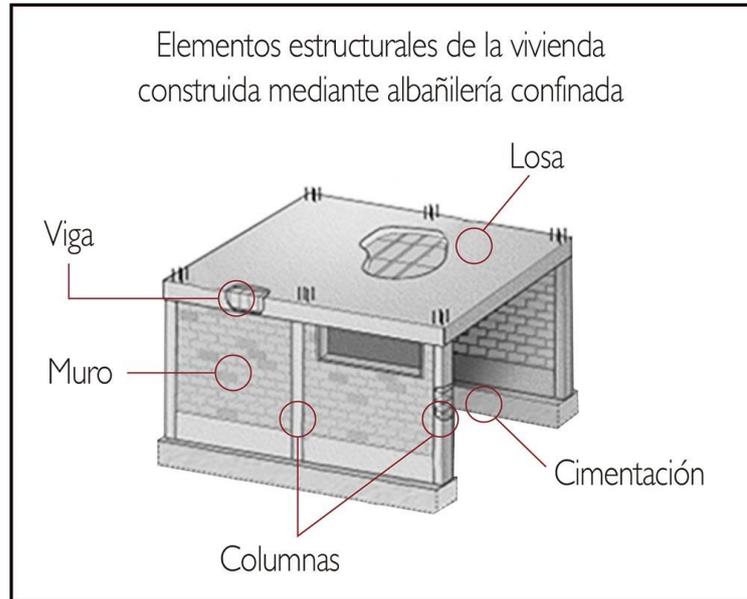
Tabla 14. Clase de unidad de mampostería para fines estructurales

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_b$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes  
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

## Conjunto Estructural

Una vivienda típica está constituida por elementos estructurales y construido con albañilería confinada, por lo que están conformados con los siguientes elementos:



*Figura 17. Elementos Estructurales*

## Cimentación

El tipo de cimentación utilizado en su totalidad de construcciones es llamado “cimiento corrido” y sus dimensiones (base y peralte) necesitan del:

### Tipo de suelo

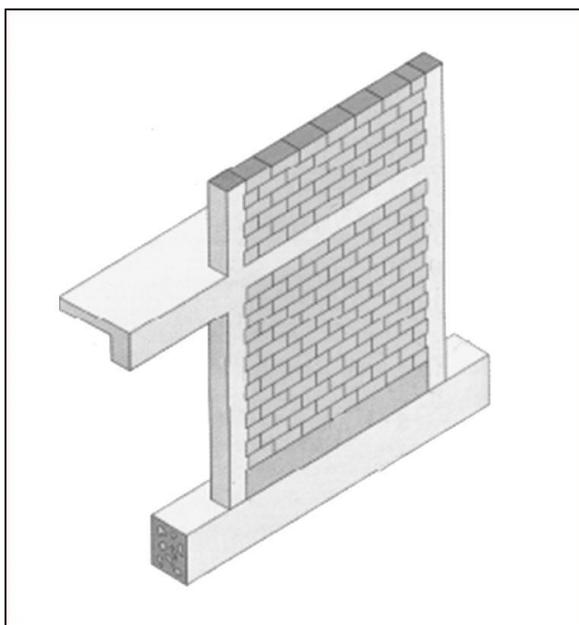
En los diferentes proyectos incluyen los planos (cimentación), que señalan el fondo de la excavación, corte de la cimentación y el número de acero de refuerzo que llevara, dado que el cimiento no debe asentarse en terrenos constituidos por rellenos o depósitos de basura, sino en terreno natural.

### Peso total a soportar

Se analiza el número de pisos como también la ubicación de los cimientos en planta, para conocer su distribución y diseño.

## Muros

La rigidez y solidez que proporciona el muro portante es necesaria para una vivienda, ya que están diseñadas de tal forma transfieran cargas verticales y horizontales de un nivel a la cimentación, dado que integran la continuidad vertical y la estructuración de una edificación.

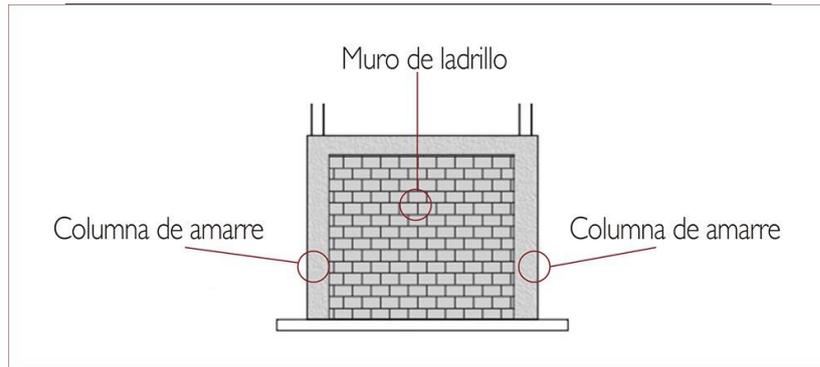


*Figura 18. Muro Portante*

## Columnas

Las columnas están basadas de concreto armado, del diseño y la construcción tienen el objetivo de transferir cargas verticales y horizontales al cimiento. El funcionamiento de la columna es simultáneamente como **arriostre** o como **confinamiento**; dado que se esquematizan para soportar cargas que produce el agrietamiento diagonal en la albañilería.

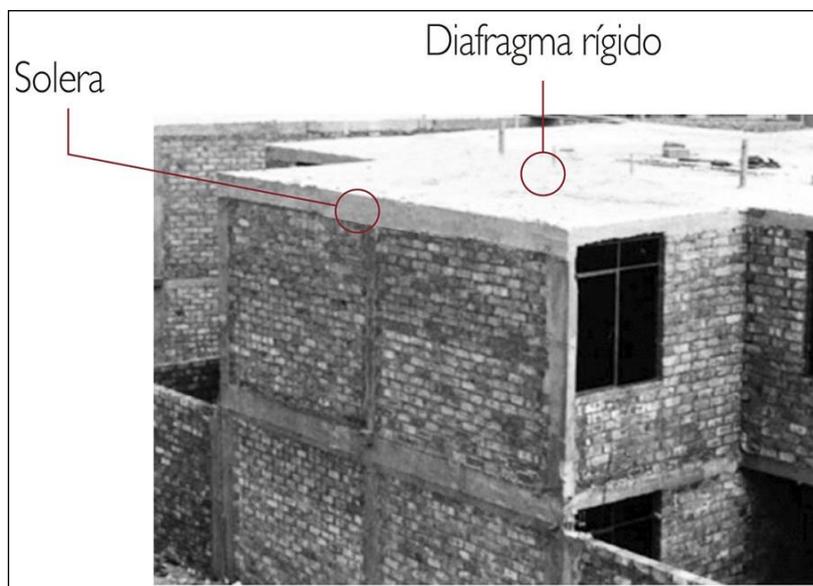
Estas columnas en muchas ocasiones tienen los espesores igual al muro. Ya que el área de sección y su acero de refuerzo, deben ser dimensionados o calculados y según la intensidad del esfuerzo que realice el muro y según la separación entre columnas.



*Figura 19.* Columna de amarre

### **Viga solera**

La viga es de concreto armado y vaciado sobre el muro de mampostería para suministrarle **arriostre y confinamiento**. Es un transmisor de carga a partir de la losa del techo hacia los muros. Si el diafragma (losa del techo) sea rígido, la solera no trabaja como arriostre horizontal, sin llegar a deformarse ante energías sísmicas transversales al plano del muro y siendo solidaria con la losa.



*Figura 20.* Viga solera

## **Losa Aligerada**

Básicamente cumplen 3 funciones las losas aligeradas y estas son:

- Emitir las energías en los elementos como muros o vigas, como también en acabados, su propio peso, el peso de los materiales como (muebles), el de las personas, etc.
- Emitir las energías producidas por los sismos hacia los muros.
- Juntar los elementos estructurales como (**columnas, vigas y muros**) para que adopte solo una estructura y trabajen en conjunto, como si fuera un solo patrón.

## **Especificaciones Generales del R.N.E. Capítulo 4, Artículo 11**

Nos indica sobre los requisitos y los cumplimientos que debemos de tener para realizar una construcción normada y establecido por nuestro R.N.E.

Los aportes requeridos en el Artículo 10, se sujetarán a lo siguiente:

- De acuerdo al RNE se empleará unidades de mampostería de acuerdo a lo especificado en el Artículo 5 (5.3).
- La unión (Columna – Albañilería) podrá ser dentada o a ras:  
La manera de emplear la conexión dentada, es cuando la unidad no exceda los 5cm en longitud y se deberá quitar los desperdicios del concreto y partículas sueltas antes de vaciar el mortero en la columna de confinamiento.  
Cuando se emplea una conexión a ras, se adicionará “**chicotes**” o llamados también “**mechas**” de anclaje (siempre y cuando exista refuerzo horizontal) formados por aceros(**varillas**) de 6mm de diám., que perforen al salvo 40 cm al interno de la mampostería y 12,5 cm en columnas en su interior, para un (**doble vertical a 90° de 10 cm**); utilizando una **cuantía de 0,001**.
- En los refuerzos horizontales donde sea requerido, será continuo y anclará en las columnas de confinamiento de (**12,5 cm con gancho vertical a 90° de 10 cm**).
- El confinamiento en columnas sus estribos serán cerrados a 135°, logrando usar estribos con  $\frac{3}{4}$  de vuelta adicional, para el refuerzo vertical serán atados en sus extremos o también, zunchos con gancho estándar a 180° que inicien y culminen con un doblez en el *refuerzo vertical*.

- Los traslapes tendrán 45 veces un Refuerzo Horizontal o Vertical en su longitud igual a el mayor diámetro de la barra traslapada. No permitiendo que el traslape del refuerzo vertical en el primer entrepiso, ni en zonas confinadas emplazadas en los bordes de *soleras y columnas*.
- La resistencia a compresión del concreto tendrá un ( $F'c$ ) mayor o igual a **(17,15MPa - 175kg / cm<sup>2</sup>)**. Para revenimiento su orden será de 12,7 cm (5 pulgadas), en la aleación y deberá ser fluida, con medida en el cono de Abrams. Y para columnas de poca anchura, se emplearán un confinamiento de los muros con aparejo de sogas, la medida máxima de la roca chancada no excederá de **1,27 cm (½ pulgada)**.
- Para columnas de confinamiento el concreto tendrá una lechada de vaciado posterior a la construcción del muro de mampostería; esta lechada iniciará a partir del extremo superior del cimiento y no del sobrecimiento.
- Los componentes del concreto en las juntas serán rugosas, impregnadas con agua y libre de partículas sueltas.
- Para el refuerzo vertical del anclaje desde un punto recto a la longitud, obligara atravesar la viga solera en su interior y tarrajeados los muros con 3 cm cuando son *caravista o cimentación*; cuando están sobre la última hilada del muro no se permitirá montar su doblez.
- El mínimo recubrimiento para la armadura (medido al estribo) será de 2 cm, luego de ser tarrajeados los muros y 3cm cuando son caravista.

## Comportamiento Estructural

Los paneles de poliestireno, es una nueva técnica constructiva que alcanza una capacidad estructural para sismo resistente. Los elementos que conforman este sistema son auto portantes y sus cualidades de materiales que lo establecen, además de obtener amplitudes como: generar elevada resistencia **térmica y acústica**, **aislamiento hidrófugo** y su **resistencia al fuego**. Todas estas bondades del sistema facilitan que otros métodos constructivos puedan desempeñarse desde una vivienda simple (llamado también: de carácter social) hasta obras complejas en altura.

La técnica Emmedue tiene un componente elemental, que es el “**núcleo ondulado de poliestireno**”, del cual son adosadas en ambos frentes como una estructura tipo red de acero conectadas a través de conectores electro soldados.

Es así que en el sitio son acabados con la aplicación del mortero, a través de mecanismos de “**impulsión neumática**”. Facilitando las estructuras de los elementos de cerramiento (vertical y horizontal), mantengan una amplitud portante y así responda ante los cálculos estructurales.

La técnica constructiva no es cerrada, porque permite que el sistema favorezca en la flexibilidad de proyectos, elevando la integración de otras “**técnicas constructivas**”. Tomando así simplicidad de montaje, tope de ligereza y fluidez al manipular el panel.

### Problema General

¿Cuál tendrá el mejor comportamiento estructural entre los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y de albañilería confinada para viviendas de carácter social 2019?

### Problemas Específicos

¿Cuál de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada presentan mejor comportamiento estructural en relación a los ensayos a flexión?

¿Cuál de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada presentan mejor comportamiento estructural en relación a los ensayos de compresión axial?

¿Cuál de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada presentan mejor comportamiento estructural en relación a los ensayos de compresión diagonal?

¿Cuál de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada presenta menor costo en la construcción para viviendas de carácter social?

Desde el Aspecto **Técnico**, actualmente estamos propensos a eventos de sismos y viviendas mal construidas por el maestro albañil que realiza construcciones al criterio, es así que la totalidad de viviendas sin una supervisión, pero rigiéndose con criterio de construcciones o experiencias de otros albañiles, utilizan el sistema de albañilería confinada. Dado que no todos los ciudadanos cuentan con la facilidad de construir con mampostería, por problemas de costo o de un espacio donde construir. Es así que se plantea una nueva estrategia para esta problemática de viviendas que existe en nuestro Perú, es por ello que se plantea un sistema alternativo a base de poliestireno expandido, ya que contribuye con el ecosistema, ahorro de tiempo y dinero, además de reducir la mano de obra, aporta en la disminución del ruido acústico, como también al aislamiento térmico.

Desde el Aspecto **Práctico**, se desarrolla esta investigación para que próximos estudios, tanto a ciudadanos, estudiantes y profesionales que quieran indagar acerca del proyecto. Tengan consideración en proyectarse a construir o reconstruir edificaciones con paneles de poliestireno expandido, pudiendo establecer nuevas medidas, sencillas y prácticas. Ya que las unidades de mampostería en estudio poseen diferentes propiedades, como también los recursos del tiempo, costo y mano de obra. Que nos tiene habituado ver en construcciones que se realizan en diferentes partes de la capital de Lima. Es así que al estudio realizado se plantea el panel de poliestireno expandido(emmedue) como una alternativa y confort en espacios arquitectónicos, y también para aquellas personas que construyen en la costa, sierra y selva peruana, el cual contribuye con el desarrollo del país.

### **Hipótesis General**

Tendrá mejor comportamiento estructural el sistema de poliestireno expandido (emmedue) para viviendas de carácter social 2019.

### **Hipótesis Específica**

Tendrá mejor comportamiento estructural el sistema de poliestireno expandido (emmedue) en relación al ensayo a flexión en muros para viviendas de carácter social.

Tendrá mejor comportamiento estructural el sistema de poliestireno expandido (emmedue) en relación a los ensayos de compresión axial en muros para viviendas de carácter social.

Tendrá mejor comportamiento estructural el sistema de poliestireno expandido (emmedue) en relación a los ensayos de compresión diagonal en muros para viviendas de carácter social. Tendrá el sistema de poliestireno expandido (emmedue) menor costo en la construcción para viviendas de carácter social.

### **Objetivo General**

Determinar cuál tendrá el mejor comportamiento estructural entre los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y de albañilería confinada para viviendas de carácter social 2019.

### **Objetivos Específicos**

Determinar cuál de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada presentan mejor comportamiento estructural en relación a los ensayos a flexión.

Determinar cuál de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada presentan mejor comportamiento estructural en relación a los ensayos de compresión axial.

Determinar cuál de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada presentan mejor comportamiento estructural en relación a los ensayos de compresión diagonal.

Determinar cuál de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada presenta menor costo en la construcción para viviendas de carácter social.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Tipo y Diseño de Investigación**

### **2.1.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación se refiere a la forma que se piensa llevar a cabo la investigación. (Hernández, Fernández & Baptista, 2010, p. 112).

Esta investigación de acuerdo al nivel es de alcance **Aplicada**, por que busca resolver los efectos y reacciones que producen los ensayos sobre el comportamiento estructural del poliestireno expandido y albañilería confinada, es así que en esta investigación se puede plantear como una investigación experimental.

### **2.1.2. Nivel de Investigación**

Esta investigación es del nivel explicativo ya que se pretende explicar porque ocurren determinados fenómenos de esta naturaleza bajo ciertas circunstancias en las que son presentadas (Borja, 2012, p.84).

Este proyecto es de alcance **Explicativo**, brindando una descripción de conceptos o fenómenos, las cuales están encaminados a responder las causas que se generan en el fenómeno físico.

### **2.1.3. Diseño de Investigación**

Para definir el diseño de investigación, Gómez sostiene al respecto:

“En conclusión, el diseño de la investigación es un planeamiento en el que se trazan una serie de tareas bien estructuradas, consecutivas y organizadas, para estar metidos de forma aceptable en el problema de investigación; por lo tanto, en el diseño, se indicarán los pasos, técnicas, para la recolección de datos. El diseño de la investigación es la mejor maniobra que puede realizar el investigador” concluye Gómez Bastar (2012, p. 40).

Es así que para mí investigación el alcance es **Experimental**, por los datos existentes que trazarán los objetivos, disponiendo de la (hipótesis y variables con las cuales se desarrollará un plan para describir y comparar).

## 2.2. Operacionalización de variables

### *Operacionalización de la variable independiente: Sistema de Poliestireno Expandido (Emmedue) y Albañilería Confinada*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO
SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERÍA CONFINADA	SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE)	El poliestireno expandido esta comprendido por un nucleo de espesor de 4cm, cubierto por una malla de acero con alta resistencia en ambas caras. Y su principal funcionalidad es proveer paneles modulares prefabricados, dando un ahorro de tiempo y mano de obra, logrando obtener funciones estructurales auto portantes. (Manual Tecnico "Sistema Constructivo Emmedue, 2014. Pag. 06").	Para el panel de poliestireno, se realizaran ensayos en el laboratorio de materiales con el objetivo de conocer su comportamiento de flexion axial, corte y compresion.	Nucleo central	Ficha Tecnica Emmedue
				Acero de refuerzo	
				F´c del concreto	
SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERÍA CONFINADA	ALBAÑILERÍA CONFINADA	La albañileria confinada esta comprendido por un nucleo de mamposteria en conjunto de columnas y soleras. Del cual trabajan en uno solo. Por lo general tiene una conexión dentada entre la mamposteria y la columna. Sugiriendo que en las nuevas tecnicas de desarrollar una gran adherencia en zonas de columna - muro y solera - muro. Haciendo que trabaje en conjunto. (Construccion de albañileria, San Bartolome 1994, Pag. 12)	Para la albañileria confinada se determina con los ensayos en laboratorio de materiales con el fin de conocer su comportamiento de flexion axial, corte y compresion.	Acero de refuerzo	Ficha Tecnica
				F´c del concreto	
				Ladrillo kk industrial 18 huecos - espesor de 15cm	

*Operacionalización de la variable dependiente: Comportamiento Estructural para Viviendas de Carácter Social*

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO
COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL	El comportamiento estructural esta caracterizado por conocer su resistencia ante sismos ocasionados por la naturaleza, esto lleva a hacer estudios de su comportamiento de una vivienda, edificación, una industria y entre otros. Para determinar su capacidad de resistencia que tiene a la compresion, corte, flexion y desplazamiento. Haciendo ensayos para diversos sistemas constructivos que se tiene en el Peru. (El autor,2019)	Para los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañileria confinada. Se realizara ensayos en laboratorio de materiales, para obtener su comportamiento de flexion, axial, corte y compresion.	<p>Ensayo a flexion en pila de und. De albañileria</p> <p>Ensayo de compresion axial en pilas de und. De albañileria</p> <p>Ensayo de compresion diagonal en muretes de und. De albañileria de 60x60cm</p> <p>Ensayo a flexion en muestras de panel de poliestireno expandido</p> <p>Ensayo de compresion axial en muestras de panel de poliestireno expandido.</p> <p>Ensayo de compresion diagonal en muestras de panel de poliestireno expandido de 60x60cm</p>	<p>Ficha Tecnica</p> <p>Ficha Tecnica</p>
	CARÁCTER SOCIAL	Las viviendas de carácter social en el peru se encuentra en un deficit de crecimiento por el alto porcentaje de natalidad que hay año tras año, es por ello que muchas familias no pueden optar por una vivienda ni con los recursos basicos de agua potable ni electricidad. (El autor,2019)	Para el analisis de viviendas de carácter social, se presupuestara el costo de paneles de poliestireno, para que puedan conocer su inversion en futuras construcciones.	Costo por panel de poliesteireno expandido y muro de albañileria confinada	Ficha de observacion

## 2.3. Población, Muestra y Muestreo

### 2.3.1. Población

Según (Gómez Gonzáles, y otros, 2015 pág. 187) indican que una población es el conjunto de elementos finito o infinito, definido por una o más características que comparten todos los elementos que lo conforman.

Dado este argumento mi población está dirigido hacia viviendas de carácter social ya que está orientado a diferentes tipos de construcciones del distrito de lima.

### 2.3.2. Muestra

La muestra es en esencia un subconjunto de la población que se definen por sus características son peculiares y componente fundamental de la población lo manifiesta (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 175).

Es así que, las muestras determinadas fueron dadas por pilas y muretes de albañilería confinada y en el poliestireno expandido dadas por pilas(paneles) y muretes(paneles). Se experimentó con un máximo de 3 muestras para los diferentes ensayos en laboratorio. Haciendo un total de 18 muestras que se ensayaron en laboratorio, esperando cumplir con la norma técnica peruana. Las tablas estarán anexadas en el acápite de anexo.

**Tabla 15.** *Muestra de ensayo a flexión en pilas de albañilería*

PILAS DE UND. DE ALBAÑILERIA				
Días	PILA - 1	PILA - 2	PILA - 3	P - TOTAL
28	1	1	1	3

3

**Tabla 16.** *Muestra de ensayo de compresión axial en pilas de albañilería*

PILAS DE UND. DE ALBAÑILERIA				
Días	PILA - 1	PILA - 2	PILA - 3	P - TOTAL
28	1	1	1	3

3

**Tabla 17.** Muestra de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería de 60x60cm

<b>MURETE DE UND. ALBAÑILERIA</b>				
<b>Dias</b>	<b>MURO - 1</b>	<b>MURO - 2</b>	<b>MURO - 3</b>	<b>M - TOTAL</b>
28	1	1	1	3

3

**Tabla 18.** Muestra de ensayo a flexión en muestras de panel (Pila) de poliestireno expandido

<b>MUESTRA DE PANEL (PILA) DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>				
<b>Dias</b>	<b>PANEL - 1</b>	<b>PANEL - 2</b>	<b>PANEL - 3</b>	<b>P - TOTAL</b>
28	1	1	1	3

3

**Tabla 19.** Muestra de ensayo de compresión axial en muestras de panel (Pila) de poliestireno expandido

<b>MUESTRA DE PANEL (PILA) DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>				
<b>Dias</b>	<b>PANEL - 1</b>	<b>PANEL - 2</b>	<b>PANEL - 3</b>	<b>P - TOTAL</b>
28	1	1	1	3

3

**Tabla 20.** Muestra de ensayo de compresión diagonal en panel de poliestireno expandido de 60x60cm

<b>MUESTRA DE PANEL (PILA) DE POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>				
<b>Dias</b>	<b>MURO - 1</b>	<b>MURO - 2</b>	<b>MURO - 3</b>	<b>M - TOTAL</b>
28	1	1	1	3

3

### **2.3.3. Muestreo**

Según (Gómez Gonzáles, y otros, 2015 pág. 196) menciona que el muestreo no probabilístico se determina por criterio propio de acuerdo al tema se seleccionada de manera representativa, no se realizan cálculos se estable por criterios de conveniencia.

Teniendo este argumento, esta investigación es tomada como no probabilístico, por lo que el espécimen será seleccionado por criterio propio es por ello que los ensayos se ejecutaron en el laboratorio de ensayos materiales(LEM) de la UNI.

## **2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Dato, Validez y Confiabilidad**

### **2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos**

En este proyecto se empleará la **observación directa** en la Recolección de Datos y a través de Fichas Técnicas. Para los ensayos que se realizaron en el laboratorio de ensayos de materiales de la UNI, para sus respectivos análisis que se logren realizar.

### **2.4.2. Instrumentos de Recolección de Datos**

Como nos manifestaron, Hernández, Fernández, y Baptista (2006): Un instrumento de medición adecuado es aquel que registra datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente. En términos cuantitativos: capturo verdaderamente la "realidad" que deseo capturar. (p. 276).

El mecanismo planteado para esta investigación es de suma importancia, ya que estos instrumentos serán la recopilación de datos de los resultados en laboratorio de materiales ayudándome a obtener los ensayos previstos para mi investigación.

### **2.4.3. Validez**

La validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir, es decir que con el instrumento se puede recolectar datos claves para la obtención de resultados como lo manifiestan (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 200).

**Tabla 21. Magnitud de Validez**

RANGOS	MAGNITUD
0.81 -1	Muy Alta
0.61 - 0.80	Alta
0.41 - 0.60	Moderada
0.21 - 0.40	Baja
0.01 - 0.20	Muy Baja

La validez es obtenida a través de fuentes confiables, como artículos, revistas, compendios y de lo mostrado en laboratorio. Uno de los mecanismos que se corroborara es la ficha técnica, que será evaluado por 3 expertos o especialistas que determinaran las fichas técnicas, según su juicio bajo estos rangos. Se detalla en la siguiente tabla el desarrollo del juicio de expertos.

**Tabla 22. Juicio de Expertos**

	Experto N°1 Ing. Margarita Boza Olaechea	Experto N°2 Ing. Santos Ricardo Padilla Picher	Experto N°3 Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana	Promedio
Instrumento #1	0.75	0.79	0.81	0.78
Instrumento #2	0.79	0.78	0.83	0.80
Instrumento #3	0.78	0.74	0.81	0.78

#### **2.4.4. Confiabilidad**

Respecto a la validez (Yuni, J y Urbano, C., 2005) manifiesta que:

Son los procedimientos seguidos en la recolección de datos y se la define usualmente como la estabilidad, es decir el grado en que las respuestas o el registro de observaciones son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación. Esta cualidad hace referencia a la posibilidad de replicar los estudios, es decir que otros investigadores siguiendo los mismos procedimientos en contexto iguales o similares deberían observar más o menos los mismos resultados. (p. 176).

Dada esta aclaración, nos refiere que la confiabilidad tiene relación con lo que se va a medir. Es así que en mi presente investigación se encontrara la

confiabilidad por medio de certificados y las especificaciones técnicas de calibración actualizada de los equipos que realice a los ensayos, cumpliendo con lo normado de los ISOS en algunas ocasiones.

## **2.5. Procedimiento**

### **2.5.1. Sistema de Albañilería Confinada**

#### **a) Desarrollo para el ensayo a flexión en pilas de und. de albañilería**

##### **Paso 01:** Adquirir materiales

Se compraron los materiales como (ladrillos, arena gruesa y cemento), además de guantes, lentes de seguridad, wincha, nivel y escantillón, cordel, plomada y balde(4litros) vacío, una plancha y ½ cilindro para la mezcla. Del cual luego se hizo su traslado al Laboratorio de Ensayos de Materiales UNI, es así que de que luego de tener los materiales se procedió a construir las pilas.

##### **Paso 02:** Elaboración de las muestras

Se empezó a alinear primero las 3 filas de pilas 1 ladrillo en cada fila, para luego colocar la mezcla del mortero 1:4, esta mezcla tiene una junta de 1.5 cm. Ya luego se procedió a asentar el siguiente ladrillo hasta tener una pila de 4 unidades de ladrillo para las 3 muestras que se ensayaran.

##### **Paso 03:** Ensayo de las muestras

Al cumplirse los 28 días fueron ensayados a flexión, las pilas fueron colocadas en forma horizontal y el equipo empleado tiene a una velocidad de carga de 4 ton/min.

#### **b) Desarrollo para el ensayo a compresión axial en pilas de und. de albañilería**

##### **Paso 01:** Adquirir materiales

Se compraron los materiales como (ladrillos, arena gruesa y cemento), además de guantes, lentes de seguridad, wincha, nivel y escantillón, cordel, plomada y balde(4litros) vacío, una plancha y ½ cilindro para la mezcla. Del cual luego se hizo su traslado al Laboratorio de Ensayos de Materiales UNI, es así que de que luego de tener los materiales se procedió a construir las pilas.

##### **Paso 02:** Elaboración de las muestras

Se empezó a alinear primero las 3 filas de pilas 1 ladrillo en cada fila, para luego colocar la mezcla del mortero 1:4, esta mezcla tiene una junta de 1.5

cm. Ya luego se procedió a asentar el siguiente ladrillo hasta tener una pila de 4 unidades de ladrillo para las 3 muestras que se ensayaran.

**Paso 03:** Ensayo de las muestras

Al cumplirse los 28 días fueron ensayados a compresión axial, las pilas fueron colocadas en forma horizontal y el equipo empleado tiene a una velocidad de carga de 4 ton/min. Antes de realizar el ensayo se aplicó un capping de yeso-cemento, de unos 3 mm de espesor, en las caras en contacto con los cabezales del equipo de ensayo.

**c) Desarrollo para el ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería (60x60cm)**

**Paso 01:** Adquirir materiales

Se compraron los materiales como (ladrillos, arena gruesa y cemento), además de guantes, lentes de seguridad, wincha, nivel y escantillón, cordel, plomada y balde(4litros) vacío, una plancha y ½ cilindro para la mezcla. Del cual luego se hizo su traslado al Laboratorio de Ensayos de Materiales UNI, es así que de que luego de tener los materiales se procedió a construir las pilas.

**Paso 02:** Elaboración de las muestras

Se empezó a colocar los ladrillos del cual se cortó a la mitad 3 ladrillos para tener una dimensión de 2 ½ de ladrillos en cada fila dando un total de 15 ladrillos en un murete concluido, en cada junta se colocó la mezcla del concreto con dosificación de (1:4), esta mezcla tiene una junta de 1.5 cm. Por cada hilada que continuaba lo ladrillos iban siendo asentados para concluir con lo estimado de obtener un murete de 60x60cm. El número de muestras a ensayar fueron 3.

**Paso 03:** Ensayo de las muestras

Al cumplirse los 28 días fueron ensayados a compresión diagonal los muretes y el equipo empleado tiene a una velocidad de carga de 4 ton/min.

**2.5.2. Sistema de Poliestireno expandido(emmedue)**

**a) Desarrollo para el ensayo a flexión en paneles de poliestireno expandido (emmedue).**

**Paso 01:** Adquirir materiales

Se compra los materiales como (paneles a medida de una pila de albañilería), además de la malla electrosoldada, cemento, arena gruesa, alambre #16,

alicate, madera para el encofrado de los paneles, guantes, lentes de seguridad, wincha, plomada y balde(4litros) vacío, una plancha y ½ cilindro para la mezcla. Del cual luego se hizo su traslado al Laboratorio de Ensayos de Materiales UNI, es así que de que luego de tener los materiales se procedió a elaborar las muestras.

**Paso 02:** Elaboración de las muestras

Se empezó a colocar la malla electrosoldada en el Poliestireno Expandido(tecopor), a medida como muestra de una pila de albañilería, estas medidas tienen(41x24x5cm), estas medidas fueron fundamentales ya que de esa medida se haría las mallas electrosoldada, luego se colocó 4 alambres #16 como amarre para el panel con la malla y esto se realizó a cada uno de los paneles tipo pila. La separación al colocar cada alambre fue de 5cmx10cm para ambos lados tanto en la parte inferior como superior del panel. Después se empezó a encofrar teniendo una separación entre el panel y la malla de 1.5 cm por cada lado. De ahí se preparó la mezcla de concreto teniendo una dosificación de 1:4 ya que se necesitaba obtener mayor resistencia al momento de realizar las pruebas. Después de vaciar la mezcla se esperó al día siguiente para hacer el curado a las muestras, este tipo de curado se realizó con agua durante los 7 días calendarios.

**Paso 03:** Ensayo de las muestras

Al cumplirse los 28 días fueron ensayados a flexión, los paneles tipo pila fueron colocadas en forma horizontal y el equipo empleado tiene a una velocidad de carga de 4 ton/min.

**b) Desarrollo para el ensayo a compresión axial en paneles de poliestireno expandido (emmedue).**

**Paso 01:** Adquirir materiales

Se compra los materiales como (paneles a medida de una pila de albañilería), además de la malla electrosoldada, cemento, arena gruesa, alambre #16, alicate, madera para el encofrado de los paneles, guantes, lentes de seguridad, wincha, plomada y balde(4litros) vacío, una plancha y ½ cilindro para la mezcla. Del cual luego se hizo su traslado al Laboratorio de Ensayos de Materiales UNI, es así que de que luego de tener los materiales se procedió a elaborar las muestras

**Paso 02:** Elaboración de las muestras

Se empezó a colocar la malla electrosoldada en el Poliestireno Expandido(tecnopor), a medida como muestra de una pila de albañilería, estas medidas tienen(41x24x5cm), estas medidas fueron fundamentales ya que de esa medida se haría las mallas electrosoldada, luego se colocó 4 alambres #16 como amarre para el panel con la malla y esto se realizó a cada uno de los paneles tipo pila. La separación al colocar cada alambre fue de 5cmx10cm para ambos lados tanto en la parte inferior como superior del panel. Después se empezó a encofrar teniendo una separación entre el panel y la malla de 1.5 cm por cada lado. De ahí se preparó la mezcla de concreto teniendo una dosificación de 1:4 ya que se necesitaba obtener mayor resistencia al momento de realizar las pruebas. Después de vaciar la mezcla se esperó al día siguiente para hacer el curado a las muestras, este tipo de curado se realizó con agua durante los 7 días calendarios.

**Paso 03:** Ensayo de las muestras

Al cumplirse los 28 días fueron ensayados a compresión axial, los paneles tipo pila fueron colocadas en forma vertical y el equipo empleado tiene a una velocidad de carga de 4 ton/min.

**c) Desarrollo para el ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería (60x60cm)****Paso 01:** Adquirir materiales

Se compra los materiales como (paneles a medida de un murete de albañilería) además de la malla electrosoldada, cemento, arena gruesa, alambre #16, alicate, madera para el encofrado de los paneles, guantes, lentes de seguridad, wincha, plomada y balde(4litros) vacío, una plancha y ½ cilindro para la mezcla. Del cual luego se hizo su traslado al Laboratorio de Ensayos de Materiales UNI, es así que de que luego de tener los materiales se procedió a elaborar las muestras

**Paso 02:** Elaboración de las muestras

Se empezó a colocar la malla electrosoldada en el Poliestireno Expandido(tecnopor), a medida como muestra de un murete de albañilería, estas medidas tienen(60x60x5cm), estas medidas fueron fundamentales ya que de esa medida se haría las mallas electrosoldada, luego se colocó 6

alambres #16 como amarre para el panel con la malla y esto se realizó a cada uno de los paneles tipo pila. La separación al colocar cada alambre fue de 15cmx15cm para ambos lados y al centro, esto se da en la parte inferior como superior del panel. Después se empezó a encofrar teniendo una separación entre el panel y la malla de 1.5 cm por cada lado. De ahí se preparó la mezcla del mortero teniendo una dosificación de 1:4 ya que se necesitaba obtener mayor resistencia al momento de realizar las pruebas. Después de vaciar la mezcla se esperó al día siguiente para hacer el curado a las muestras, este tipo de curado se realizó con agua durante los 7 días calendarios.

**Paso 03:** Ensayo de las muestras

Al cumplirse los 28 días fueron ensayados a compresión axial, los paneles tipo pila fueron colocadas en forma vertical y el equipo empleado tiene a una velocidad de carga de 4 ton/min.

## **2.6. Métodos de Análisis de Datos**

Su método de análisis es estadística inferencial. Dado que, se logró un nivel de validez apropiado a la característica del proyecto y que la confiabilidad no infrinja los parámetros de estudio. Además, se cuantificarán los resultados tomando como base los parámetros relacionados a los costos que (especifica qué tipo de parámetros) cuantificare todos los resultados en dinero para la comparación y como consecuente sacar la conclusión.

## **2.7. Aspectos éticos**

A decir por Hernández et. al (2010) sobre los aspectos éticos de una investigación: si bien es cierto la investigación no viene a hacer un acto técnico, es más, hay que plantear bien la denominada ética de la investigación, además, hay que plantear el subconjunto dentro de lo moral, más aun, es aplicado a los problemas que son más restringido que la moral general, en cierta medida nos referimos al aspecto de la ética profesional. (p. 221)

En esta investigación los aspectos éticos están orientados a que los datos recogidos provienen de la muestra del estudio que se va a procesar en forma patentizado sin adulteraciones. Cada uno de los datos recolectados se encuentra registrado en los mecanismos que se aplicó durante la recopilación de datos y que corresponde a la guía de observación.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Desarrollo del Procedimiento

#### 3.1.1 Procedimiento de la construcción de pilas de albañilería (F't)

Ante el desarrollo del proyecto de investigación, se empezó a planificar la adquisición de materiales para la construcción de los ensayos y se detallara el procedimiento de la elaboración y construcción de los siguientes:

a) Acopio de materiales en (Laboratorio de Ensayo de Materiales – UNI)

Se detallará los materiales a utilizar para el ensayo a flexión en pilas de und. de albañilería. (Muestras = 3 pilas / Medida Total = 24x13x41)

- Ladrillo kk 18 huecos – tipo sogá (dimensión: 24x13x9) / Marca: Pirámide)
- Cemento Sol / Tipo I (Dosificación 1:4) / Espesor de juntas = 1.5 cm
- Arena Gruesa



*Figura 21. Materiales para los Ensayos*

b) Construcción de pilas

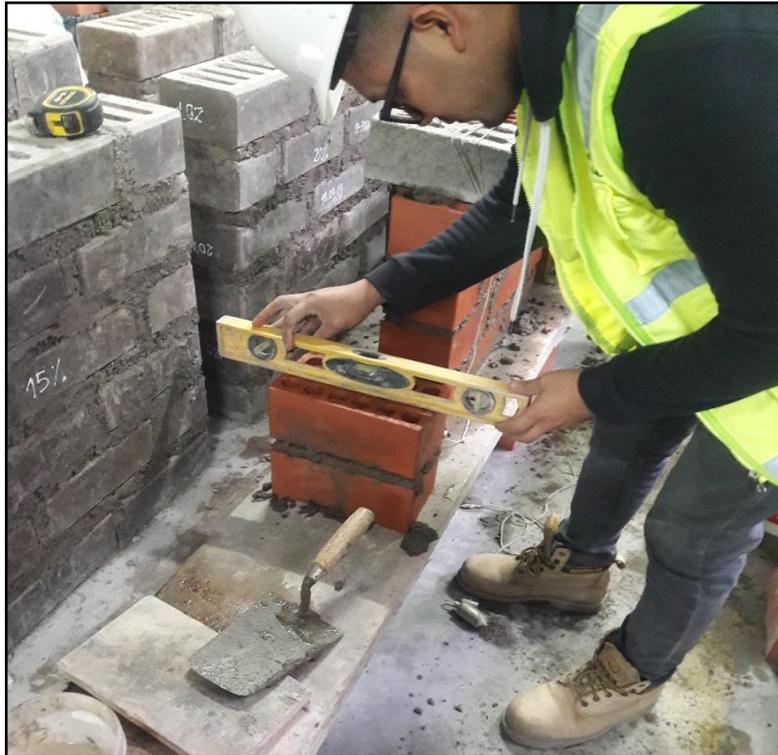
En las siguientes Fig. 22,23,24 y 25 se identificará el proceso de la elaboración de las pilas para el ensayo a flexión.



*Figura 22. Mortero*



*Figura 23. Construcción de pilas*



*Figura 24. Regla de Nivelación de pilas*



*Figura 25. Pilas de Albañilería*

### 3.1.2 Procedimiento de la construcción de pilas de albañilería (F'm)

Para el siguiente ensayo a desarrollar en LEM se detallará el proceso para su elaboración:

a) Acopio de materiales en (Laboratorio de Ensayo de Materiales – UNI)

Se detallará los materiales a utilizar para el ensayo de compresión axial en pilas de und. de albañilería. (Muestras = 3 pilas / Medida Total = 24x13x41)

- Ladrillo kk 18 huecos (dimensión: 24x13x9) / Marca: Pirámide
- Cemento Sol / Tipo I (Dosificación 1:4) / Espesor de juntas = 1.5 cm
- Arena Gruesa

**El proceso es igual al acápite 3.1.1; ver: Pag.71, 72 y 73.**



*Figura 26. Pilas de Albañilería*

### 3.1.3 Procedimiento de la construcción en muretes de albañilería (F'b)

Para el siguiente ensayo a desarrollar en LEM se detallará el proceso para su elaboración:

a) Acopio de materiales en (Laboratorio de Ensayo de Materiales – UNI)

Se detallará los materiales a utilizar para el ensayo de compresión diagonal en muretes de und. de albañilería. (Muestras = 3 muretes / Medida Total = 60x60x13)

- Ladrillo kk 18 huecos (dimensión: 24x13x9) / Marca: Pirámide)
- Cemento Sol / Tipo I (Dosificación 1:4) / Espesor de juntas = 1.5 cm
- Arena Gruesa



Figura 27. Materiales para los Ensayos

b) Construcción de Muretes

En las siguientes Fig. 28,29,30,31,32 y 33 se identificará el proceso de la elaboración de las pilas para el ensayo a compresión diagonal.



*Figura 28.* Primera hilada de ladrillos para el murete



*Figura 29. Colocación de la segunda hilada*



*Figura 30. Colocación de mortero en las juntas*



*Figura 31.* Regla de Nivelación de la 4ta hilada de los muretes



*Figura 32.* Regla de Nivelación de la 4ta hilada de los muretes



*Figura 33. Muretes terminados(60x60)*

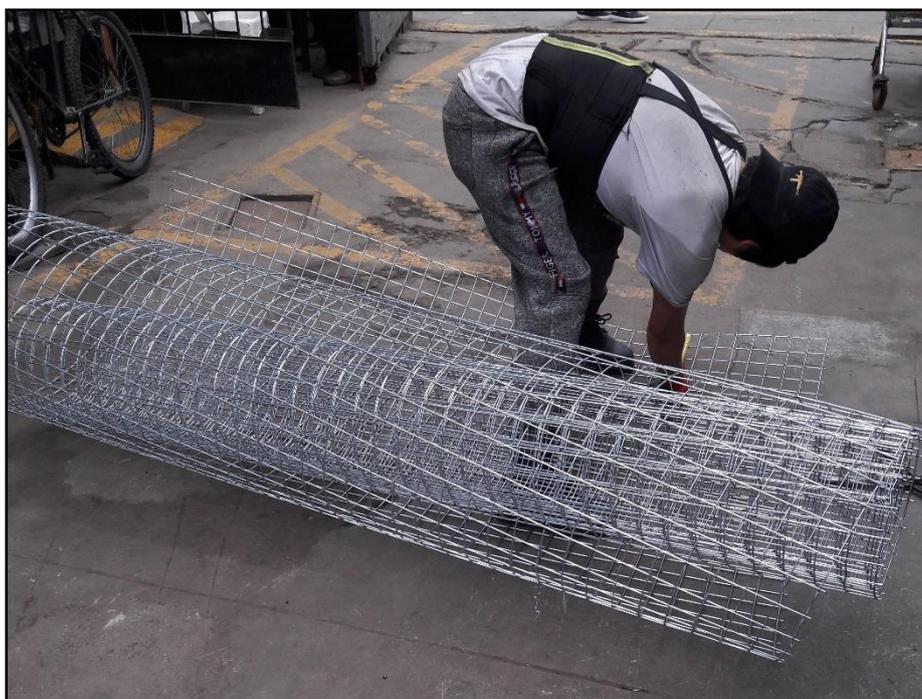
### 3.1.4 Procedimiento de la construcción de paneles de P.E a flexión

Para el siguiente ensayo a desarrollar en LEM se detallará el proceso para su elaboración:

a) Acopio de materiales en (Laboratorio de Ensayo de Materiales – UNI)

Se detallará los materiales a utilizar para el ensayo de flexión en pilas de panel de poliestireno expandido. (Muestras = 3 pilas de panel / Medida Total = 24x5x41)

- Poliestireno Expandido (Tecnopor) / Densidad #20 / Espesor = 5 cm
- Malla Electrosoldada Galvanizada / 2" x 12G
- Alambre recocido N° 16 / amarres entre el P.E y la Malla E.
- Madera para el encofrado
- Cemento Sol / Dosificación 1:4
- Arena Gruesa



*Figura 34.* Malla Electrosoldada Galvanizada



*Figura 35. Arena + Cemento*



*Figura 36. Poliestireno Expandido + Malla Electrosoldada G.*



*Figura 37. Madera para el encofrado*

b) Construcción de panel de Poliestireno Expandido

En las siguientes Fig. 38,39,40 y 41 se identificará el proceso de la elaboración de las pilas para el ensayo a flexión.



*Figura 38. Malla E. a Medida*



*Figura 39. Refuerzo del P.E con Alambre de Amarre*



*Figura 40. Malla E. a Medida*



*Figura 41. Pilas de Panel de P.E*

### 3.1.5 Procedimiento de la construcción de panel de P.E a Axial

Para el siguiente ensayo a desarrollar en LEM se detallará el proceso para su elaboración:

- a) Ensayo a Compresión Axial en pilas de panel de poliestireno expandido.  
(Muestras = 3 pilas de panel / Medida Total = 24x5x41)

Se procedió a realizar el mismo proceso del acápite 3.1.4.

**Pag. 80,81,82,83 y 84.**



*Figura 42. Malla E. a Medida*



*Figura 43. Pilas de Panel de P.E*

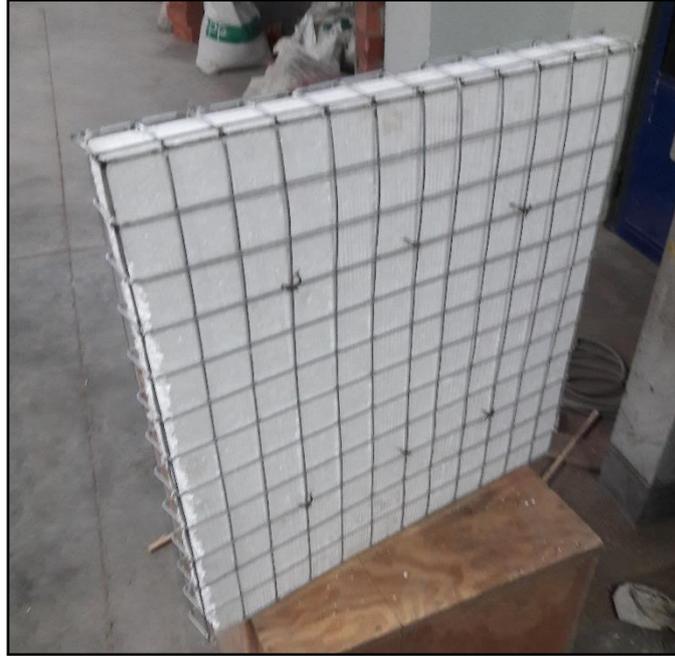
### 3.1.6 Procedimiento de la construcción de paneles(muretes) de P.E a Compresión Diagonal

Para el siguiente ensayo a desarrollar en LEM se detallará el proceso para su elaboración:

Se Identificarán los elementos que se realizaron para los ensayos a Compresión Diagonal en paneles de poliestireno expandido. (Muestras = 3 paneles / Medida Total = 60x60x5cm), ver en las Fig. 44,45,46,47 y 48.



*Figura 44.* Madera para el encofrado del panel



*Figura 45.* Refuerzo del P.E con Alambre de Amarre



*Figura 46.* Encofrado del P.E



*Figura 47. Vaciado del Mortero*



*Figura 48. Vaciado Mortero en 3 Paneles*

### 3.2 Resultados

#### 3.2.1 Ensayo a flexión a pilas de albañilería a los 28 días

A continuación, en la **Fig. 49** se aprecia como la carga se aplica al centro de la luz de la pila y este genera un corte en la junta del ladrillo, esto se debe a que el espécimen no cuenta con un refuerzo como acero o concreto en sus caras y esto hace que la pila sufra con poca carga el corte al centro de la luz.



*Figura 49.* Pila con ladrillo King Kong 18 huecos, sometido a una carga al centro de la luz de la pila

- Determinación del módulo de rotura en Flexión, en la siguiente **tabla 23** y **figura 50:**

**Tabla 23.** Resultado de laboratorio a los 28 días

MUESTRA	DIMENSIONES			CARGA CENTRAL DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A FLEXION(Kg/cm2)	RESISTENCIA A FLEXION(Mpa)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M-1	40.5	22.8	12.4	1400	15.21	1.49
M-2	40.1	22.8	12.4	950	10.15	0.99
M-3	40.3	29.6	12.5	750	10.49	1.03
PROMEDIO				<b>1033.33</b>	<b>11.95</b>	<b>1.17</b>

**Fuente:** Elaboración Propia



*Figura 50.* Grafica de Modelo de rotura a Flexión

**Interpretación:**

En la **tabla 23** y **figura 50** se verifica que las muestras realizadas en laboratorio, nos dieron una carga central de la pila menor a los 1500 Kg y dando como esfuerzo a la resistencia valores de 15.21 Kg/cm<sup>2</sup>, 10.15 Kg/cm<sup>2</sup> y 10.49 Kg/cm<sup>2</sup>.

**3.2.1.1 Ensayo a flexión con carga central en paneles de poliestireno a los 28 días.**

A continuación, se mostrará en la **Fig. 51** el comportamiento que tiene el panel de poliestireno reforzado con malla electrosoldada. El ensayo al panel a flexión.



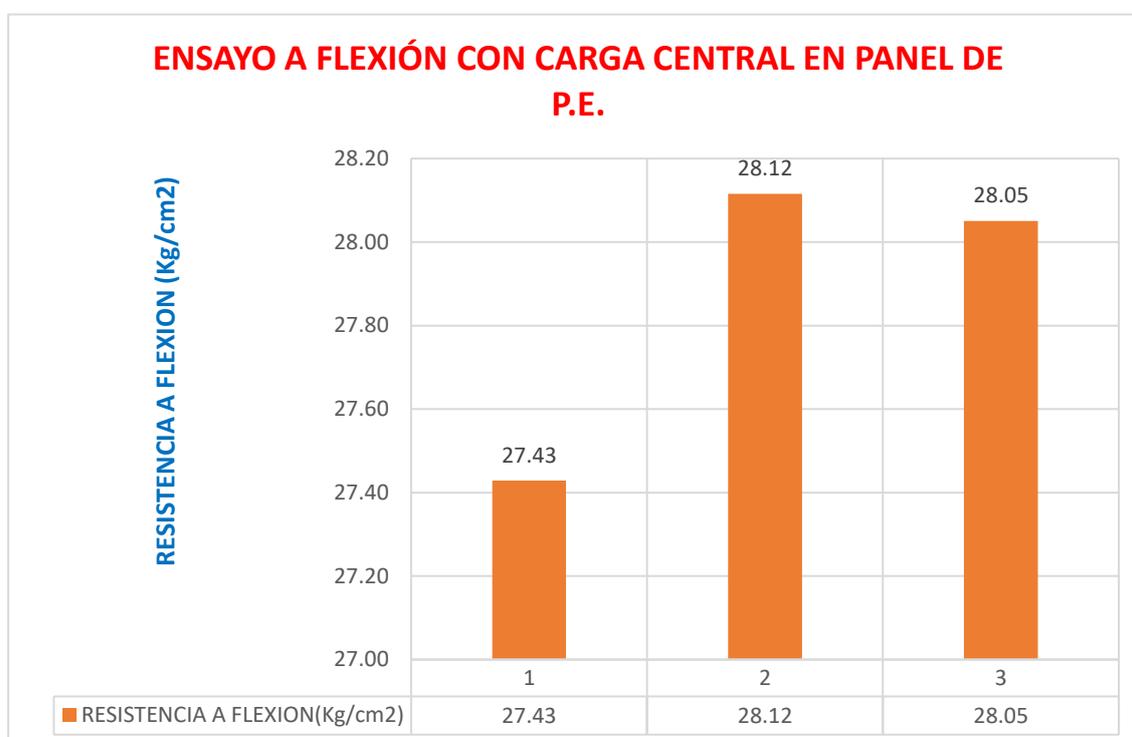
*Figura 51.* Panel de Poliestireno apoyado en 2 varillas, sometido a carga céntrica.

- Determinación del módulo de rotura en Flexión, en la siguiente **tabla 24** y **figura 52**:

**Tabla 24.** Resultado de laboratorio a los 28 días

MUESTRA	DIMENSIONES			CARGA CENTRAL DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A FLEXION(Kg" cm2)	RESISTENCIA A FLEXION(Mpa)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
M-1	43.2	30.0	10.0	1850	27.43	2.69
M-2	43.0	30.0	9.9	2160	28.12	2.76
M-3	43.1	30.1	9.9	1600	28.05	2.75
PROMEDIO				1870	27.87	2.73

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 52.* Grafica de Modelo de rotura a Flexión

**Interpretación:**

En la **tabla 24** y **figura 52** se verifica que las muestras realizadas en laboratorio, nos dieron mayor carga en el centro de luz del poliestireno mayor a los resultados de albañilería dando cargas de M2- 2160 Kg, M1- 1850 Kg y M3- 1600 Kg a su vez con mayores resistencias que al sistema

tradicional, en el acápite 3.2.2.1 se visualizara la comparación de ambos sistemas.

### 3.2.1.2 Comparación de los resultados de ensayos a flexión para pila de Albañilería y Panel de Poliestireno

En la siguiente tabla 25 y figura 53 se mostrará los resultados de la comparación de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada.

**Tabla 25. Módulo de Rotura en Pila y Panel a los 28 días**

	CARGA CENTRAL DE ROTURA (Kg)	MR(Kg/cm <sup>2</sup> )	% DIFERENCIA - MR (Kg/cm <sup>2</sup> )
PILA DE ALBAÑILERIA	1400	15.21	55.45
	950	10.15	36.10
	750	10.49	37.40
PROMEDIO		11.95	42.88
PANEL DE POLIESTIRENO	1850	27.43	
	2160	28.12	
	1600	28.05	
PROMEDIO		27.87	

Fuente: Elaboración Propia

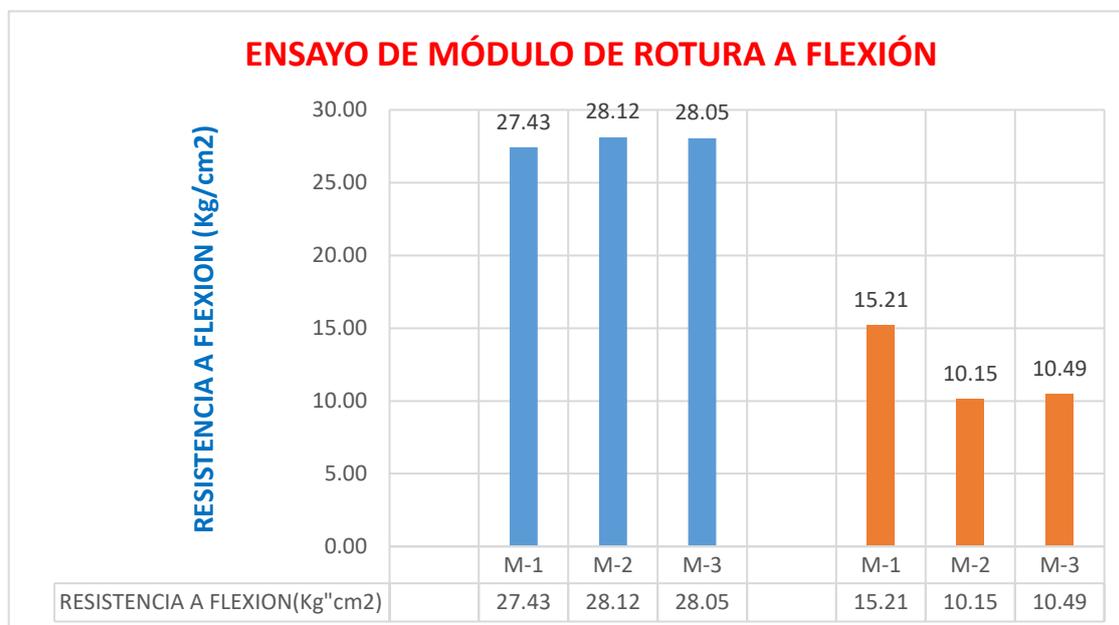


Figura 53. Grafica Comparativa del ensayo de Modulo de Rotura a Flexión

### **Interpretación:**

En la **tabla 25** y **figura 53** se verifica que hay una diferencia entre el sistema tradicional de albañilería con el poliestireno de 42.88% en la resistencia a Flexión, esto con lleva a que la pila de albañilería solo tenía juntas de 1.5cm de espesor y que no tenía ningún refuerzo o adherencia de concreto en sus caras, mientras que el poliestireno expandido tiene refuerzo de malla electrosoldada con concreto y esto hizo que tuviera una mayor resistencia ante las cargas y a la resistencia. Favoreciendo a que el poliestireno tenga mayor resistencia al ser sometido a cargas.

### **3.2.2 Ensayo a compresión axial en pila de albañilería a los 28 días**

A continuación, en la **Fig. 54** se observa el resultado sometida a una carga al centro de la pila, obteniendo así que la pila tienda a fallar de forma verticales como se observa en la figura sin embargo no llega a colapsar por completo la pila, a su vez el instrumento utilizado para este ensayo es la maquina universal (TOKYOKOKI SEIZOSHO).



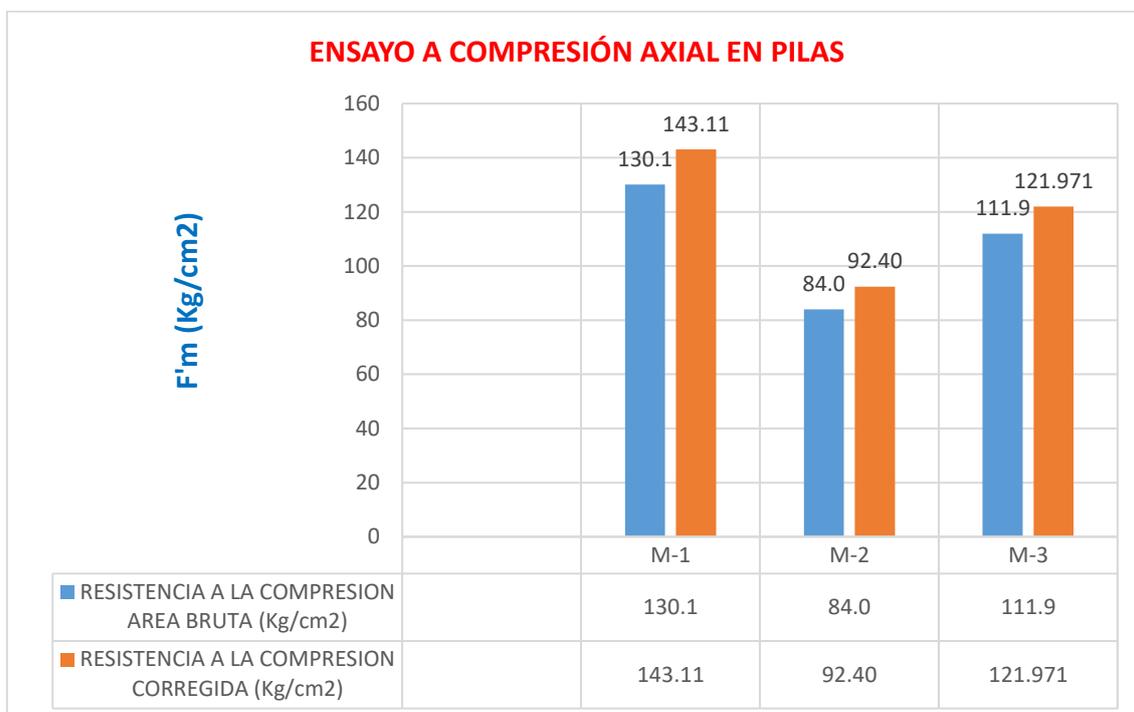
*Figura 54. Pila con ladrillo King Kong, falla por Carga*

- Determinación a compresión axial en Pila de albañilería, en la siguiente **tabla 26 y figura 55:**

**Tabla 26. Resistencia de la Compresión Axial en Pila**

MUESTRA	DIMENSIONES			AREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION AREA BRUTA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION CORREGIDA
	LARGO	ANCHO	ALTURA					
M-1	22.7	12.4	41.1	191.6	22700	1.10	130.1	143.11
M-2	22.7	12.4	40.8	191.8	14700	1.10	84.0	92.40
M-3	22.6	12.5	40.4	191.9	19700	1.09	111.9	121.971
PROMEDIO							108.67	119.16
Ds							23.22	23.22
F'm							85.45	95.94
C.V %							0.21	19.49%

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 55. Cuadro de Ensayo a compresión en pilas*

**Interpretación:**

En la **tabla 26 y figura 55** se observa que la resistencia a la compresión corregida tubo valores de: M1 – 143.11 Kg/cm<sup>2</sup>, M2 – 92.40 Kg/cm<sup>2</sup> y M3 – 121.97 Kg/cm<sup>2</sup>. Esto nos da a interpretar de que según la Norma **E. 070** que la resistencia en pilas f'm es **65 Kg/cm<sup>2</sup>** y que los resultados

arrojados por la pila de albañilería nos resultaron el F'm de 95.94  $\text{Kg/cm}^2$  que viene a ser un 67.75% del valor teórico.

### 3.2.2.1 Ensayo a compresión axial en paneles de poliestireno expandido a los 28 días

A continuación, en la **Fig. 56** se observa el resultado tras la carga sometida por la maquina universal (TOKYOKOKI SEIZOSHO). Se observa que por los lados del panel empezó a fallar.



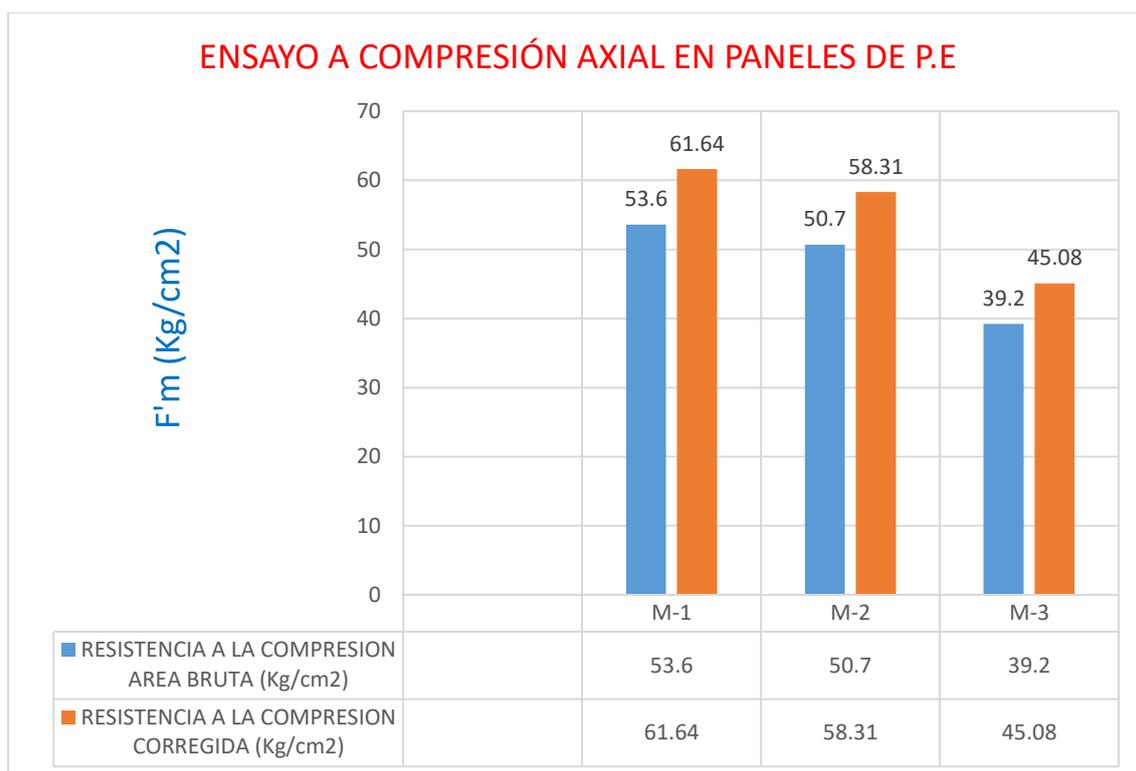
*Figura 56.* Panel de Poliestireno Expandido, sometido a compresión axial

- Determinación a compresión axial en Paneles de Poliestireno, en la siguiente tabla 27 y figura 57:

**Tabla 27.** Resistencia de la Compresión Axial en P.E

MUESTRA	DIMENSIONES			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION AREA BRUTA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESION CORREGIDA (Kg/cm <sup>2</sup> )	
	LARGO	ANCHO	ALTURA						
M-1	30.1	10.0	43.2	301.0	14000	1.15	53.6	61.64	
M-2	30.0	9.9	43.4	297.0	13080	1.15	50.7	58.31	
M-3	29.4	9.9	43.6	291.1	9900	1.15	39.2	45.08	
<b>F'm PROMEDIO</b>								<b>47.83</b>	<b>55.01</b>
<b>Ds</b>								<b>7.62</b>	<b>7.62</b>
<b>F'm</b>								<b>40.21</b>	<b>47.39</b>
<b>C.V %</b>								<b>15.93%</b>	<b>13.85%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 57.** Cuadro de Ensayo a compresión axial en P.E

### Interpretación:

En la **tabla 27** y **figura 57** se observa que la resistencia a la compresión corregida tubo valores de: M1 – 61.64 Kg/cm<sup>2</sup>, M2 – 58.31 Kg/cm<sup>2</sup> y M3 – 45.08 Kg/cm<sup>2</sup>. Para el sistema de Poliestireno Expandido con malla electrosoldada y de la cual se adoptó a la Norma E 0.70 para realizar el ensayo y determinaremos con el valor de resistencia en “pilas f'm que es 65 Kg/cm<sup>2</sup>”, dándonos una referencia con nuestro sistema de poliestireno, los resultados obtenido de F'm fue de 47.39 Kg/cm<sup>2</sup> que viene a ser un 72.91% del valor teórico.

#### 3.2.2.2 Comparación de los resultados del ensayo de compresión axial en Pila de Albañilería y del Panel de Poliestireno

En la siguiente **Tabla 28** y **la Figura 58** se observarán los resultados de la comparación de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada.

**Tabla 28.** Compresión Axial en pila de albañilería y Panel de P.E a los 28 días

	FACTOR DE CORRECCION	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm2)	RESISTENCIA A LA COMPRESION CORREGIDA (Kg/cm2)	% DIFERENCIA
PILA DE ALBAÑILERIA	1.10	130.1	143.11	220.17%
	1.10	84	92.4	142.15%
	1.09	111.9	121.97	187.65%
PROMEDIO		<b>108.67</b>	<b>119.16</b>	
DS		<b>23.22</b>	<b>23.22</b>	
F'm			<b>95.94</b>	<b>147.60%</b>
PANEL DE POLIESTIRENO	1.15	53.6	61.64	94.83%
	1.15	50.7	58.305	89.70%
	1.15	39.2	45.08	69.35%
PROMEDIO		<b>47.83</b>	<b>55.01</b>	
DS		<b>7.62</b>	<b>7.62</b>	
F'm			<b>47.39</b>	<b>72.91%</b>

NTP. E 0.70	TABLA - 9	F'm=	65	Kg/cm2
-------------	-----------	------	----	--------

**Fuente:** Elaboración Propia

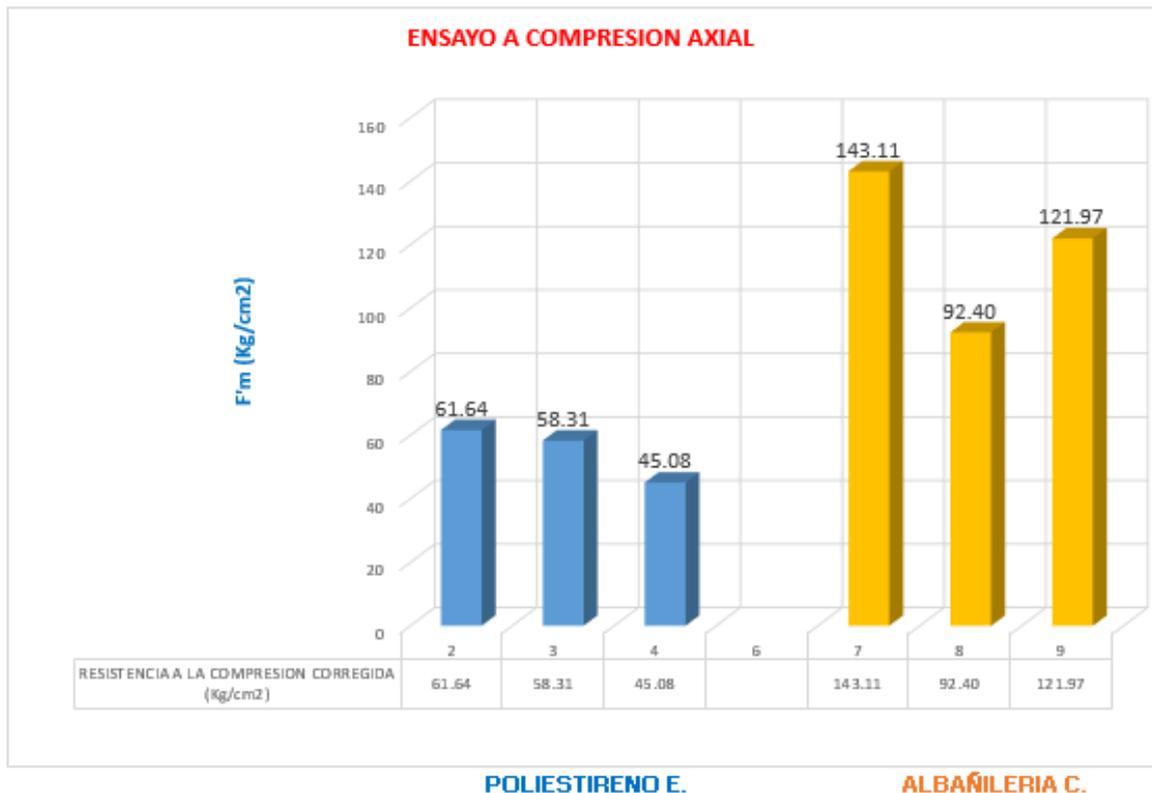


Figura 58. Grafica Comparativa de Resultados del ensayo de compresión axial

**Interpretación:**

En la **tabla 28** y **figura 58** se observa que la resistencia a la compresión corregida en la comparación de ambos sistemas como Poliestireno Expandido y Albañilería Confinada tuvo una diferencia en su resistencia a compresión axial, como el poliestireno que tuvo un  $F'm$  de 47.39  $Kg/cm^2$  con un 72.91% del valor teórico y que lo reglamentario por la norma E.070 nos indica que el  $F'm$  tiene 65  $Kg/cm^2$ . Y a comparación del sistema de Albañilería Confinada que tuvo un  $F'm$  de 95.94  $Kg/cm^2$  con 147.60 % del valor teórico y siendo mayor a lo normado por el RNE de la E.070. Por consiguiente, el sistema tradicional de Albañilería Confinada cumpliría con la norma E.070 y mientras que el poliestireno expandido con malla electrosoldada no estaría cumpliendo con el valor teórico por la E.070

### 3.2.3 Ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería confinada a los 28 días

A continuación, en la **Fig. 59** se observa el resultado al someterle una carga diagonal al murete, se puede notar que el corte que se genera es por las juntas del murete. En las Conclusiones se detallará el porqué de la falla en las juntas. El equipo utilizado se llama “la maquina universal (TOKYOKOKI SEIZOSHO)”.



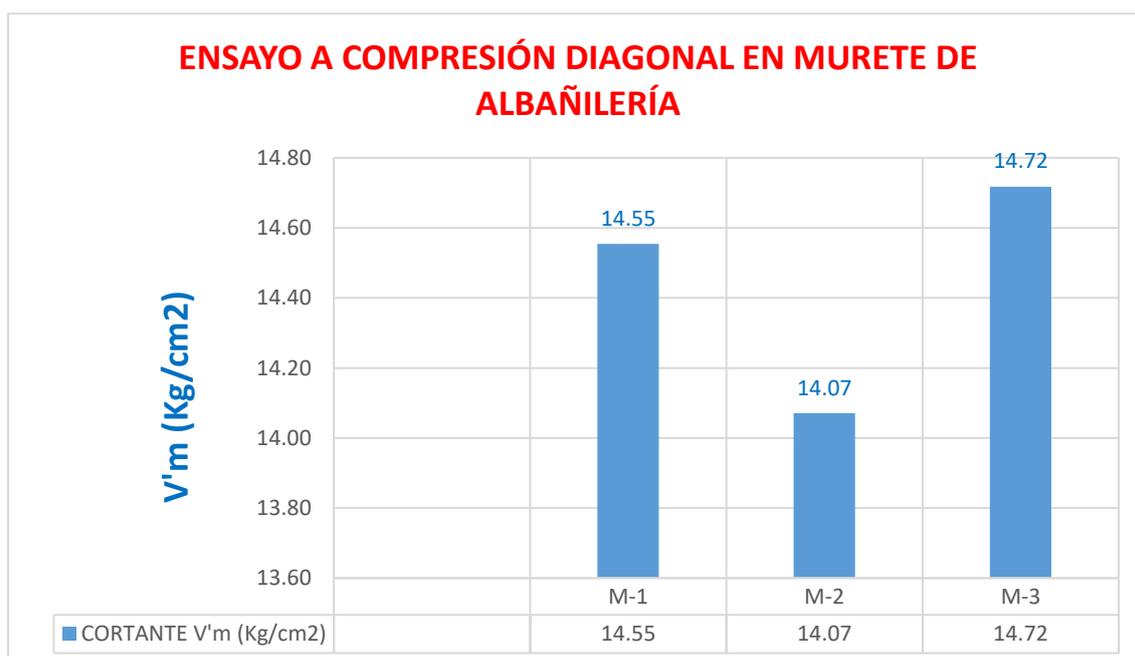
*Figura 59.* Murete de Albañilería, sometido a Compresión Diagonal

- Determinación a compresión diagonal en muretes de Albañilería, en la siguiente **tabla 29** y **figura 60**:

**Tabla 29.** Resistencia de la Compresión Diagonal con Murete de Albañilería

MUESTRA	DIMENSIONES			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kg)	COMPRESION DIAGONAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	CORTANTE V'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ESPESOR (cm)				
M-1	61.5	60.5	12.3	750.3	10920	10.3	14.55
M-2	61.8	60.6	12.6	771.1	10850	9.9	14.07
M-3	61.8	60.5	12.5	764.4	11250	10.4	14.72
<b>PROMEDIO</b>							<b>14.45</b>
<b>D.E</b>							<b>0.34</b>
<b>V'm</b>							<b>14.11</b>
<b>C.V. %</b>							<b>2.33%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia



*Figura 60.* Diagrama de Resultado de la Cortante en el murete

**Interpretación:**

En la **tabla 29** y **figura 60** se observa que las resistencias al corte de las 3 muestras están por encima de la norma E.070 que establece parámetros de

V'm de  $8.1 \text{ Kg/cm}^2$ . Y que el promedio de las 3 muestras de los muretes es de  $14.11 \text{ Kg/cm}^2$  dando un porcentaje de 174.19 % del valor teórico.

### 3.2.3.1 Ensayo a compresión diagonal en paneles de 60x60 de poliestireno expandido a los 28 días

A continuación, en la **Fig. 61** se observa el resultado al someterle una carga diagonal al murete. Las grietas generadas por la carga sometida por el instrumento, nos indica que la mayor parte se dio en el extremo del panel y que estos no sufrieron mayor falla al ensayo realizado. El equipo utilizado se llama “la maquina universal (TOKYOKOKI SEIZOSHO)”.



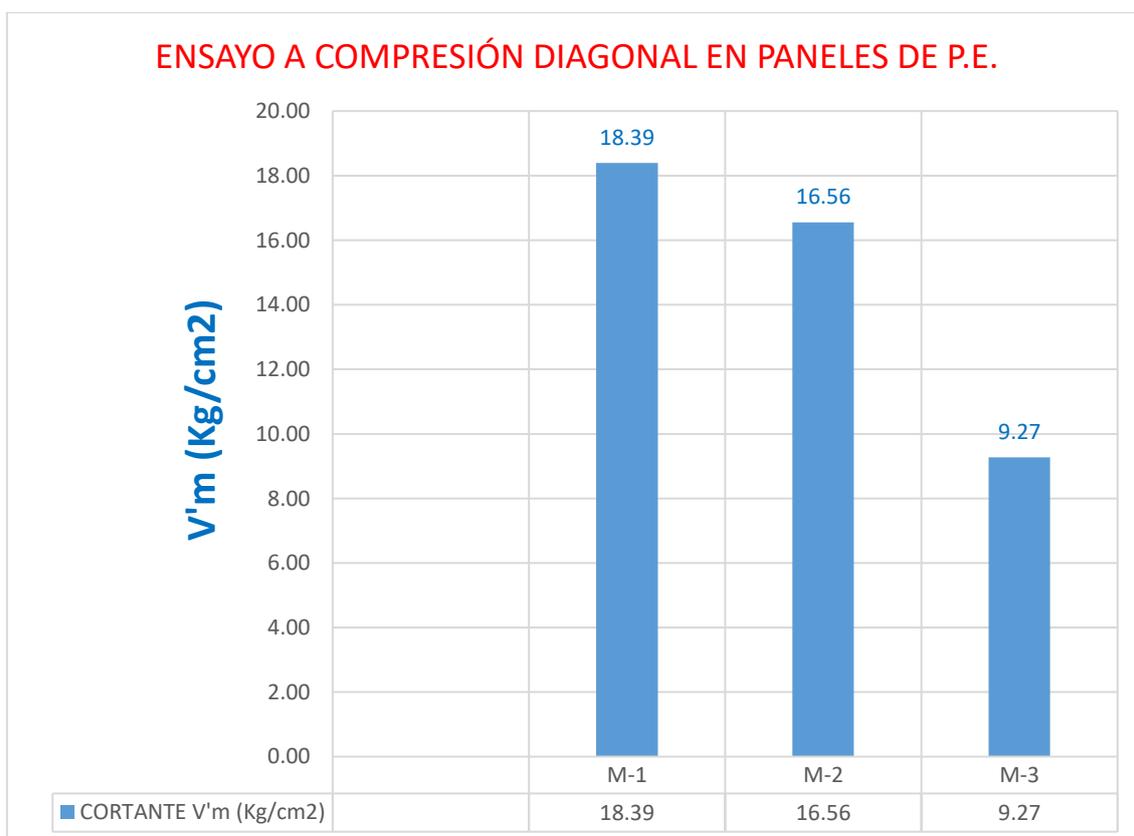
*Figura 61.* Panel de Poliestireno Expandido, sometido a compresión diagonal

- Determinación a compresión diagonal en paneles de poliestireno expandido, en la siguiente **tabla 30** y **figura 62**:

**Tabla 30.** Resistencia de la Compresión Diagonal en P.E

MUESTRA	DIMENSIONES			AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kg)	COMPRESION DIAGONAL (Kg/cm <sup>2</sup> )	CORTANTE V'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
	LARGO	ANCHO	ESPESOR				
M-1	63.5	64.0	10.2	650.3	11960	13.0	18.39
M-2	63.5	63.8	10.4	662.0	10960	11.7	16.56
M-3	64.2	63.2	10.5	668.9	6200	6.6	9.27
<b>PROMEDIO</b>							<b>14.74</b>
<b>D.E</b>							<b>4.82</b>
<b>V'm</b>							<b>9.91</b>
<b>C.V. %</b>							<b>32.73%</b>

**Fuente:** Elaboración Propia



**Figura 62.** Diagrama de Ensayo a Compresión Diagonal en paneles de P.E

### Interpretación:

En la **tabla 30 y figura 62** se observa que el esfuerzo de corte diagonal se obtuvo un promedio de  $9.91 \text{ Kg/cm}^2$  con un porcentaje de 122.34 % del valor especificado y reglamentado por el RNE de la norma E.070 que indica que el valor mínimo es de  $8.1 \text{ Kg/cm}^2$ . Es entonces que podemos interpretar de que el poliestireno expandido se comporta y cumple con lo especificado por la norma E.070. Además, podemos observar que las muestras 1,2 y 3 obtuvieron Esfuerzos de Corte de ( $18.39 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $16.56 \text{ Kg/cm}^2$  y  $9.27 \text{ Kg/cm}^2$ ), generando así que el ensayo a este nuevo sistema cumple con lo estipulo por la norma E.070.

### 3.2.3.2 Comparación de los Resultado de los Ensayos de Compresión Diagonal de Muretes de Albañilería y Paneles de Poliestireno Expandido.

En la siguiente **tabla 31 y figura 63** se observará los resultados de la comparación de los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada.

**Tabla 31.** *Compresión Diagonal en muretes de albañilería y Panel de P.E a los 28 días*

	COMPRESION Diagonal (Kg/cm2)	V'm (Kg/cm2)	% DIFERENCIA
PILA DE ALBAÑILERIA	10.3	14.55	179.68%
	9.9	14.07	173.71%
	10.4	14.72	181.70%
V'm PROMEDIO	<b>10.20</b>	<b>14.45</b>	
DS	<b>4.82</b>	<b>4.82</b>	
V'm		<b>9.63</b>	<b>118.86%</b>
PANEL DE POLIESTIRENO	13.0	18.39	227.06%
	11.7	16.56	204.39%
	6.6	9.27	114.43%
V'm PROMEDIO	<b>10.43</b>	<b>14.74</b>	
DS	<b>0.34</b>	<b>0.34</b>	
V'm		<b>14.40</b>	<b>177.76%</b>

NTP. E 0.70	TABLA - 9	V'm=	8.1	Kg/cm2
-------------	-----------	------	-----	--------

**Fuente:** Elaboración Propia



### 3.2.4 Análisis Comparativo de costo de los Sistemas de Poliestireno Expandido(emmedue) y Albañilería confinada.

A continuación, se realizó una evaluación de costos para una vivienda de carácter social. Proponiendo un área de terreno de 35 m<sup>2</sup>, que comprende 1 piso. Y en las **Figuras 64 y 65**, se observará el costo directo en los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada. Y en la **Figura 66** se observará la gráfica en la comparación de ambos sistemas.

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
<b>1</b>	<b>SISTEMA POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE)</b>					<b>19,825.16</b>
<b>1.1</b>	<b>MURO DE PANELES SIMPLE</b>					<b>13,699.21</b>
1.1.1	MONTAJE DE PANEL SIMPLE EMMEDUE PSM 80	m2	72.48	120.00	8697.6	
1.1.2	DOWELLS $\phi$ 6mm ANCLADAS CON EPOXICO	kg.	2.44	6.50	15.86	
1.1.3	VARILLA DE REFUERZO $\phi$ 6mm	kg.	3.3	5.50	18.15	
1.1.4	COLOCADO DE GUIAS DE ESPESOR	m2	72.48	1.05	76.104	
1.1.5	PROYECCION DE CONCRETO EN MUROS	m3	10.87	450.00	4891.5	
<b>2.2</b>	<b>LOSAS DE COMPRESION</b>					<b>6,125.95</b>
2.2.1	APUNTALAMIENTO DE FORJADOS Y CUBIERTA	m2	27.25	15.00	408.75	
2.2.2	PANEL LOSA PSSG	m2	33.47	120.00	4016.4	
2.2.3	PROYECCION DE CAPA INFERIOR EN LOSA	m3	1.48	460.00	680.8	
2.2.4	VACIADO DE CONCRETO EN LOSA SUPERIOR	m3	2.55	400.00	1020	

Figura 64. Cuadro de Costo del Sistema de Poliestireno Expandido

ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL	TOTAL
<b>1.0</b>	<b>SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA</b>					
<b>1.0</b>	<b>MUROS Y COLUMNAS</b>					<b>27,639.93</b>
<b>1.1</b>	<b>COLUMNAS</b>					<b>4,518.36</b>
1.1.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS	m2	12.96	50.00	648.00	
1.1.2	ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60 en COLUMNAS	Kg.	212.64	4.00	850.56	
1.1.3	CONCRETO EN COLUMNAS $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	7.19	420.00	3,019.80	
<b>1.2</b>	<b>VIGAS</b>					<b>5,429.73</b>
1.2.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS	m2	42.12	55.00	2,316.60	
1.2.2	ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60 en VIGAS	Kg.	312.25	4.50	1,405.13	
1.2.3	CONCRETO EN VIGAS $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	4.27	400.00	1,708.00	
<b>1.3</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>					<b>4,951.44</b>
1.3.1	LADRILLOS KK - 18 HUECOS - PIRAMIDE	m2	76.18	65.00	4,951.44	
<b>1.4</b>	<b>TARRAJEO</b>					<b>6,406.00</b>
1.4.1	TARRAJEO INTERIOR Y EXTERIOR DE MUROS	m2	160.15	40.00	6,406.00	
<b>1.5</b>	<b>LOSAS ALIGERADAS</b>					<b>6,334.40</b>
1.5.1	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSAS ALIGERADAS	m2	35	45.00	1,575.00	
1.5.2	ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60 en LOSAS ALIGERADAS	kg.	228.2	4.50	1,026.90	
1.5.3	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS $f'c=210$ kg/cm <sup>2</sup>	m3	9.25	330.00	3,052.50	
1.5.4	LADRILLO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	und.	425	1.60	680.00	

Figura 65. Cuadro de Costo del Sistema de Albañilería Confinada

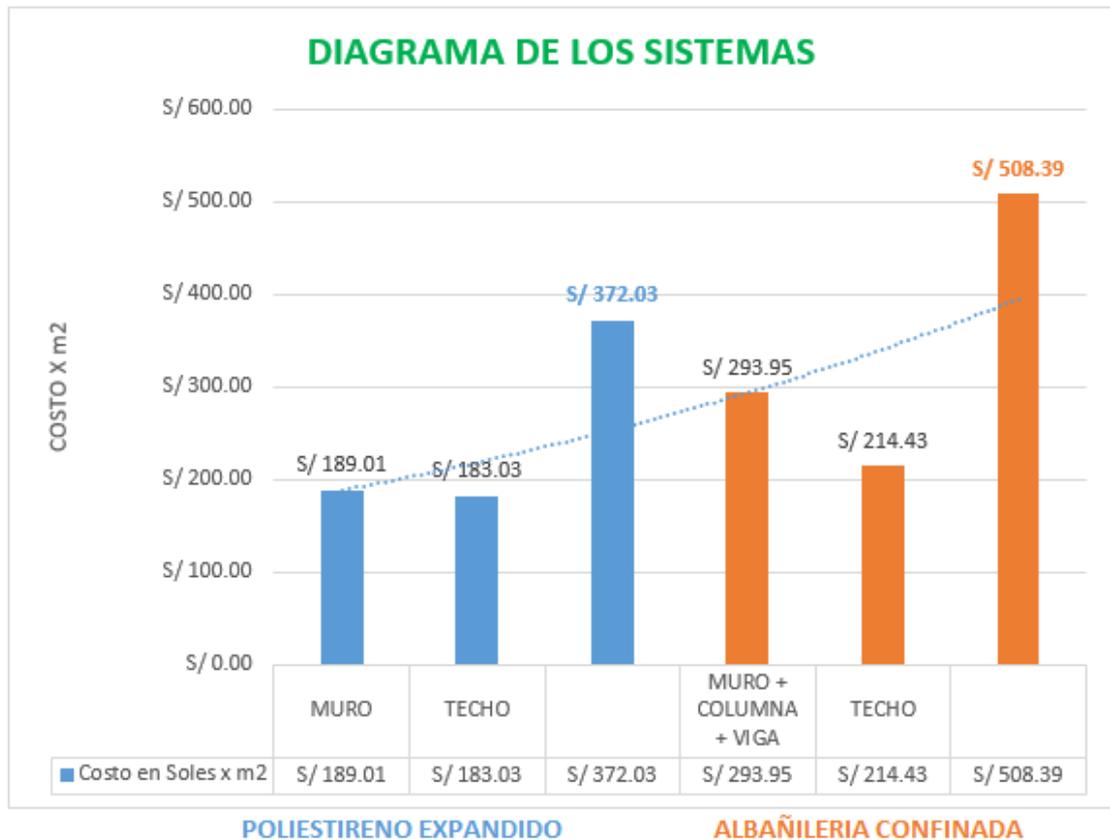


Figura 66. Diagrama de Costo x m2 de los sistemas

#### Interpretación:

A continuación, se observará en las **figuras 64,65 y 66** las evaluaciones del costo de ambos sistemas para una vivienda de carácter social, es cuando comparamos los Sistema de Poliestireno Expandido(emmedue) y Albañilería confinada. Para saber qué sistema es el más rentable para poder ayudar a la ciudadanía. Es así que con el sistema de poliestireno expandido (emmedue) se tiene un costo directo de S/. 19,825.16, con respecto al sistema de albañilería confinada con un costo directo de 27,639.93 el cual representa un 28.27% de ahorro al usar el sistema de poliestireno expandido (emmedue).

## VII. DISCUSIÓN

### **Para la Resistencia a Flexión**

A partir de los resultados encontrados, para la resistencia a flexión. En las 3 muestras de pilas con ladrillo King Kong 18 huecos obtuvimos una resistencia de  $15.21 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $10.15 \text{ Kg/cm}^2$  y  $10.49 \text{ Kg/cm}^2$  menor al otro sistema de poliestireno expandido(emmedue).

Por lo que el poliestireno Expandido(emmedue) en sus 3 muestras de paneles se obtuvo resistencias de  $27.43 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $28.12 \text{ Kg/cm}^2$  y  $28.05 \text{ Kg/cm}^2$ . De la cual el porcentaje de diferencia es de 43% a la resistencia a flexión.

### **Para la Resistencia a Compresión Axial**

Según Alarcón Hans, en su investigación "*Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo – concepción – 2016*", tuvo como resultado que las muestras de pilas de Albañilería en el anexo de pallan tuvieron un promedio de  $79.69 \text{ Kg/cm}^2$ , la cual cumple con el RNE de la norma E.070 con respecto al valor teórico que es de  $35 \text{ Kg/cm}^2$ .

De lo expuesto por el autor podemos mencionar que concuerdo con los resultados obtenidos ya que hay una semejanza en los resultados de su investigación y con la determinación de mis resultados del comportamiento a la resistencia a compresión axial en pilas de Albañilería alcanzando un valor mayor por la norma E.070 que es de  $65 \text{ Kg/cm}^2$  a un F'm de  $95.94 \text{ Kg/cm}^2$  superando la resistencia mínima dada en la norma E.070.

Pero que en el sistema de poliestireno expandido(emmedue), tuvo una resistencia a la compresión de  $46.39 \text{ Kg/cm}^2$  del cual no cumple con la norma E.070, por lo que al implementar este sistema de poliestireno en paneles a compresión, no superan ni cumplen con el valor mínimo de resistencia.

### **Para la Resistencia a Compresión Diagonal**

Según Alarcón Hans, en su investigación "*Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo – concepción – 2016*", tuvo como resultado que las muestras de muretes de Albañilería en el anexo de pallan tuvieron un promedio de esfuerzo de corte "V'm" de  $2.35 \text{ Kg/cm}^2$ , la

cual no cumple con el RNE de la norma E.070 con respecto al valor teórico que es de 5.1 Kg/cm<sup>2</sup>.

De lo mencionado por el autor podemos mencionar que concuerdo con los resultados obtenidos ya que hay una semejanza en los resultados de su investigación y con respecto a mi investigación cumple con la determinación de los resultados del comportamiento a la resistencia a corte en muretes de Albañilería alcanzando un valor mayor por la norma E.070 que es de 8.1 Kg/cm<sup>2</sup> a un V'm de 9.63 Kg/cm<sup>2</sup> superando la resistencia mínima dada en la norma E.070.

A su vez en el sistema de poliestireno expandido(emmedue), tuvo una resistencia a corte de 14.40 Kg/cm<sup>2</sup> del cual cumple con la norma E.070 dado que la resistencia a corte "V'm" es de 8.1 Kg/cm<sup>2</sup>. Y pensando en la implementación de este sistema de poliestireno en paneles a compresión, superan el valor mínimo de resistencia y podría utilizarse como muro de confinamiento para posteriores construcciones.

#### **Para el Costo de los Sistemas de Poliestireno Expandido(emmedue) y Albañilería Confinada**

Según Jiménez Santiago, en su investigación "*Análisis de paneles de poliestireno expandido emmedue, en la mejora del proceso constructivo en viviendas unifamiliares en Pachacamac, lima 2016*", tuvo como resultado que la evaluación para una vivienda tipo unifamiliar de 2 pisos, con respecto a los costos directos le resultaron un valor de S/. 69,809.57 nuevos soles con relación al sistema de poliestireno expandido(emmedue) y con el sistema tradicional un costo directo de S/. 94,789.68 nuevos soles. El cual representa un 26.35% de ahorro al usar el sistema emmedue.

De lo alegado por el autor, concuerdo de que el sistema emmedue tiene menor costo por materiales y por tiempos que el sistema tradicional de Albañilería. Por el hecho de que los resultados en mi investigación arrojaron costos directos del sistema de poliestireno expandido (emmedue) de S/. 19,825.16 nuevos soles, mientras que el sistema de Albañilería tuvo un costo directo de S/. 27,639.93 nuevos soles del cual representa un 28.27% de ahorro. Es así que el sistema emmedue genera mayor reducción de costos en la construcción con este sistema.

## VIII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el sistema de albañilería confinada presenta mejor comportamiento estructural a comparación del sistema de poliestireno expandido (emmedue), por los ensayos realizados a flexión, compresión axial y compresión diagonal. Dado de que el sistema de poliestireno expandido (emmedue) presenta poca resistencia al módulo de rotura a flexión y a compresión axial ( $f'm$ ), mientras que en el ensayo a compresión diagonal, presenta mejor comportamiento al esfuerzo a corte. Es así que el sistema de albañilería sigue teniendo resultados favorables al momento de realizar los ensayos y estos resultaran con valores mayores al de la norma E.070.
2. Se determinó que la resistencia a flexión en las muestras de pilas de albañilería obtuvo un promedio de  $11.95 \text{ Kg/cm}^2$  y mientras que las muestras de los paneles de poliestireno se obtuvo un promedio de  $27.87 \text{ Kg/cm}^2$ , esto con lleva a que al comparar ambos sistemas, obtuvimos un diferencia del sistema de poliestireno expandido de 42.88 % con el sistema de albañilería confinada. Es así que el sistema de poliestireno expandido se comporta mejor a la resistencia del módulo de rotura a flexión que al sistema de albañilería confinada.
3. Se determinó que la resistencia a compresión axial, pudimos observar como la pila de albañilería soportaba mejor la carga aplicada a las muestras que el de poliestireno expandido(emmedue), es así que las pilas de albañilería tuvieron un promedio de  $f'm$  de  $95.94 \text{ Kg/cm}^2$  con un porcentaje de diferencia con la norma E.070 de 147.60%, mientras que el sistema emmedue tuvo un  $f'm$  de  $47.39 \text{ Kg/cm}^2$  con un porcentaje de diferencia con la norma E.070 de 72,91%. Y basándonos a la norma E.070 en su tabla de resistencias, nos indica como referencia del  $f'm$  es de  $65 \text{ Kg/cm}^2$ . Dando a concluir que el sistema tradicional(albañilería) tiene mejor comportamiento y una diferencia del 49% que el sistema de poliestireno expandido. Es por ello que en las construcciones se sigue utilizando el sistema de albañilería por su buen comportamiento ante sismos y a mayores cargas al construir de 2 a 4 pisos, entre otros. Mientras que el sistema emmedue no cumple con el valor

especificado por norma y no podría usarse como muro estructural, tan solo como tabiquería en ciertos sectores.

4. Se determinó que los ensayos a resistencia de corte diagonal en muretes y en los paneles de poliestireno, dado por las muestras ensayadas. Su resistencia promedio a esfuerzo de corte para muretes de Albañilería es de  $V'm$  9.63  $Kg/cm^2$  con un porcentaje de diferencia con la norma E.070 de 118.86% y mientras que el sistema de poliestireno expandido obtuvo una resistencia  $V'm$  14.40  $Kg/cm^2$  con un porcentaje de diferencia con la norma E.070 de 177.76%, muy por encima de la resistencia nominal especificada por la norma E.070 el cual es de  $V'm$  8.1  $Kg/cm^2$ . Estos resultados nos indica que el sistema de poliestireno expandido(emmedue) obtiene un porcentaje de diferencia del 67% al del sistema tradicional (albañilería), además podemos adicionar que este sistema emmedue soportaría mayor carga generadas por sismos y de la cual podrían utilizarse para uso en las construcciones de 1 a 2 pisos o como tabiquería en edificaciones de uso de oficinas o como divisiones de áreas de departamentos, eso con lleva de que es apto para edificaciones que quieran utilizar con este sistema.
5. Se determinó que la comparación de costos en los sistemas de poliestireno expandido (emmedue) y albañilería confinada, nos brindó que hubo un ahorro de 28.27% con respecto al sistema de albañilería confinada. Por lo que se ahorra en mano de obra ya que no se requeriría de un especialista para construir con el sistema emmedue y además que los rendimientos en tiempo son mejores que el sistema de albañilería confinada.

## **IX. RECOMENDACIONES**

1. Se debe considerar que los resultados obtenidos para ambos sistemas sean comparados con otras investigaciones, para fortalecer datos y obtener más información para una implementación futura en la construcción de casas.
2. Se recomienda verificar bien la calidad de los materiales a utilizar para un mejor estudio en la preparación de los ensayos y además de apoyarse con una persona que conozca bien el tema de albañilería, para futuras investigaciones.
3. Considerar las buenas prácticas de las indicaciones del proceso constructivo planteados en esta investigación de tesis, ya que se reunió información de distintos autores para los criterios mínimos durante el proceso constructivo a la realización de mi investigación.
4. Recomiendo mostrar las ventajas que tienen el sistema emmedue y se recomienda que el sistema si ayudaría a tener una vivienda digna y segura para personas o familias con bajos recursos que quieran adquirir este nuevo sistema constructivo que ya se viene utilizando en el país.
5. Se recomienda capacitar a los fabricantes del sistema emmedue para la realización de construcciones de viviendas unifamiliares, para que vayan de la mano con los tiempos al momento de finalizar la construcción, además de revisar los manuales para el uso de una vivienda con este sistema.
6. Se recomienda que cada empresa que construye con este sistema emmedue tenga un control de rendimientos y presupuesto. Para que así haya un mejor control de rendimientos, costos y procesos que de la cual no hay mucha información con este sistema emmedue.

## • REFERENCIAS

1. ALARCÓN H. Comportamiento estructural en muros de albañilería confinada compuesto por ladrillos de arcilla fabricados en Huancayo – concepción – 2016. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Huancayo - Perú: Universidad Peruana los Andes, 2017, 145pp.
2. CHICALIZA V. Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre bloques tradicionales y bloques elaborados con poliestireno expandido granular y bloques elaborados con tusa de maíz triturado como sustituto parcial del agregado grueso. Tesis (Ingeniero Civil). Ambato - Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2017, 173pp.
3. Fernando E.P. Ensayos a la unidad de albañilería. [en línea]. 19 de mayo de 2016. [Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2019].  
Disponible en: <https://es.slideshare.net/putitocabron/ensayos-a-la-unidad-de-albanileriaa-1>
4. G.T. Adam, D.F. Craig, V.R. B.V. Detailed experimental review of flexural behavior of cement stabilized soil block masonry. [en línea]. Vol. 28, Issue 6 (June 2016). [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019].  
Disponible en: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0001548>
5. HERRERA M. Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos. Tesis (Maestría en ciencias materiales polímeros). Mérida, Yucatán - México: Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., 2015, 142pp.
6. IMPORTANTE déficit de vivienda a nivel mundial [En línea]. El ojo digital.com. 28 de julio de 2011. [Fecha de consulta: 28 de abril de 2017].  
Disponible en: <http://www.elojodigital.com/contenido/9919-importante-deficit-de-vivienda-nivel-mundial>
7. J.M. Davila, J.C. Fortes, A. Jaramillo Morilla, M. de la Torre & R. Pancho. Behavior of expanded polystyrene as lightweight filler in retaining walls with intermediate slabs. [en línea]. Vol. 16, Epub Mar 14, 2019. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2019].  
Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1679-78252019000200500](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-78252019000200500)
8. LEY de organización y funciones del instituto nacional de estadísticas e informática. Lima, agosto 2018. [Fecha de consulta: 5 de junio de 2019].  
Disponible en:  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf)
9. LOMAS M. Uso de escombros, desperdicios y residuos de elementos estructurales de concreto armado y no estructurales de mampostería de

- bloques y ladrillos. combinados con poliestireno expandido para la elaboración de paneles prefabricados de bajo costo. Tesis (Grado de Maestría). Guayaquil - Ecuador: Universidad de Guayaquil, 2015, 188pp.
10. MASLUCAN E. Sistema constructivo no convencional de viviendas empleando paneles de poliestireno expandido y malla electrosoldada tipo emmedue (m2). Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013, 153pp.
  11. MÉNDEZ K. Paneles estructurales de poliestireno expandido: Análisis energético en el clima tropical – húmedo de santo domingo y aplicado a la vivienda social (Caso Sistema Emmedue). Tesis (Master). Barcelona – España: Universidad Politécnica de Cataluña, 2014, 93pp.
  12. NAIZA G. Aplicación del poliestireno expandido en la fabricación de unidades de concreto liviano para muros de tabiquería en la ciudad de Arequipa. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Arequipa - Perú: Universidad Católica de Santa Maria, 2017, 147pp.
  13. SANTIAGO J. Análisis de paneles de poliestireno expandido Emmedue, en la mejora del proceso constructivo en viviendas unifamiliares en Pachacamac, Lima 2016. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017, 136pp.
  14. SAN Bartolomé. Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería [en línea]. [Fecha de consulta: 15 de junio de 2019].  
Disponible en: <https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=201>
  15. SAN Bartolomé. Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería [en línea]. [Fecha de consulta: 30 de junio de 2019].  
Capítulo 5. Resistencia de Prismas de Albañilería.  
Disponible en: <http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/82/2008/01/C05-Prismas.pdf>
  16. SANTIAGO J. Análisis de paneles de poliestireno expandido Emmedue, en la mejora del proceso constructivo en viviendas unifamiliares en Pachacamac, Lima 2016. Tesis (Titulo en Ingeniería Civil). Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2017, 136pp.
  17. REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES 2019– NORMA E.070 Albañilería pag. 542. [Fecha de consulta: 21 de noviembre de 2019]  
Disponible en: <http://ww3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
  18. RESOLUCIÓN Ministerial N° 045 – 2010 – vivienda - Lima, marzo 2010.  
Disponible en: <http://www.norte.uni.edu.ni/doc/noticias/Manual-Tecnico-EMMEDUE-M2-RFinal.pdf>

19. RESOLUCIÓN Ministerial N° 045 – 2010 – vivienda - Lima, marzo 2010.  
Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/15973-45-2010-vivienda>
20. VILLANUEVA H. Influencia del suelo arenoso en el comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada de 5 pisos en ventanilla, 2018. Tesis (Título en Ingeniería Civil). Lima - Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018, 142pp.

- ANEXOS

## Matriz de Consistencia

TÍTULO : **COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA, PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL 2019**

RESPONSABLE : **GARCIA ESPINO IRVING VLADIMIR**

PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>	<b>V. INDEPENDIENTE</b>	SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE)	NÚCLEO CENTRAL ACERO DE REFUERZO F' C DEL CONCRETO	<b>METODO:</b> Experimental <b>ENFOQUE:</b> Cuantitativo <b>TIPO:</b> Aplicada
¿CUAL TENDRA EL MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y DE ALBAÑILERIA CONFINADA PARA VIVIENDAS DE CARACTER SOCIAL 2019?	DETERMINAR CUAL TENDRA EL MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y DE ALBAÑILERIA CONFINADA PARA VIVIENDAS DE CARACTER SOCIAL 2019	TENDRA MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EL SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) PARA VIVIENDAS DE CARACTER SOCIAL 2019		SISTEMA DE ALBAÑILERIA CONFINADA	ACERO DE REFUERZO F' C DEL CONCRETO LADRILLO KK INDUSTRIAL 18 HUECOS - ESPESOR DE 15 cm	
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>	<b>V. DEPENDIENTE</b>	COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	ENSAYO A FLEXION EN PILAS DE UNID. DE ALBAÑILERIA	<b>DISEÑO:</b> Cuasi Experimental
¿CUAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA PRESENTAN MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN RELACION A LOS ENSAYOS A FLEXION?	DETERMINAR CUAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA PRESENTAN MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN RELACION A LOS ENSAYOS A FLEXION	TENDRA MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EL SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) EN RELACION AL ENSAYO A FLEXION EN MUROS PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL			ENSAYO DE COMPRESION AXIAL EN PILAS DE UNID. DE ALBAÑILERIA	
¿CUAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA PRESENTAN MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN RELACION A LOS ENSAYOS DE COMPRESION AXIAL?	DETERMINAR CUAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA PRESENTAN MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN RELACION A LOS ENSAYOS DE COMPRESION AXIAL	TENDRA MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EL SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) EN RELACION A LOS ENSAYOS DE COMPRESION AXIAL EN MUROS PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL			ENSAYO DE COMPRESION DIA GONAL EN MURETES DE UNID. DE ALBAÑILERIA DE 60x60cm	
¿CUAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA PRESENTAN MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN RELACION A LOS ENSAYOS DE COMPRESION DIA GONAL?	DETERMINAR CUAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA PRESENTAN MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EN RELACION A LOS ENSAYOS DE COMPRESION DIA GONAL	TENDRA MEJOR COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL EL SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) EN RELACION A LOS ENSAYOS DE COMPRESION DIA GONAL EN MUROS PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL			ENSAYO A FLEXION EN PILAS DE PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	
¿CUAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA PRESENTA MENOR COSTO EN LA CONSTRUCCION PARA VIVIENDAS DE CARACTER SOCIAL?	DETERMINAR CUAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) Y ALBAÑILERIA CONFINADA PRESENTA MENOR COSTO EN LA CONSTRUCCION PARA VIVIENDAS DE CARACTER SOCIAL	TENDRA EL SISTEMA DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EMMEDUE) MENOR COSTO EN LA CONSTRUCCION PARA VIVIENDAS DE CARACTER SOCIAL			ENSAYO DE COMPRESION A XIAL EN PILAS DE PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	
				CARÁCTER SOCIAL	COSTO	

## Anexo 1 - Determinación de Ensayo de flexión en pilas de albañilería



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



#### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : IRVING VLADIMIR GARCIA ESPINO  
 Obra : "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EN MEDIO) Y ALBAÑILERIA CONFINADA, PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL 2019"  
 Asunto : Ensayo de Flexión con carga central en Pilas de Albañilería  
 Expediente N° : 19-3716  
 Recibo N° : 67666  
 Fecha de emisión : 16/10/2019

- 1.0. DE LA PILAS** : Pilas elaboradas a base de ladrillos king kong, proporcionados por el solicitante, con un espesor promedio del mortero de 1.5 cm y proporción en volumen de cemento: arena de; 1 : 4, marca PIRAMIDE.  
 Los materiales utilizados y proporcionados por el solicitante son; arena gruesa y cemento Sol Tipo I
- 2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-066-2019
- 3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.605:2018.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.

**4.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ELABORACIÓN	LONGITUD DE APOYO (cm)	DIMENSIONES (cm)			CARGA CENTRAL DE ROTURA (Kg)
				LARGO	ANCHO	ALTURA	
M - 1	26/09/2019	15/10/2019	32.2	40.5	22.80	12.4	1400
M - 2	26/09/2019	15/10/2019	32.6	40.1	22.80	12.4	950
M - 3	26/09/2019	15/10/2019	32.4	40.3	29.60	12.5	750

- 5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. E.G.V.

MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del Laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## Anexo 2 - Determinación de Ensayo de resistencia a la compresión en pilas de albañilería



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Cámara de Ingeniería Civil Acreditada



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

#### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : IRVING VLADIMIR GARCIA ESPINO  
**Obra** : "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EN MEDIO) Y ALBAÑILERIA CONFINADA, PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL 2019"  
**Asunto** : Ensayo de Resistencia a la Compresión en Pilas de Unidades de Albañilería  
**Expediente N°** : 19-3716  
**Recibo N°** : 67666  
**Fecha de emisión** : 15/10/2019

**1.0. DE LA PILAS** : Pilas elaboradas a base de ladrillos king kong, proporcionados por el solicitante, con un espesor promedio del mortero de 1.5 cm y proporción en volumen de cemento: arena de; 1 : 4, marca PIRAMIDE.

Los materiales utilizados y proporcionados por el solicitante son; arena gruesa y cemento Sol Tipo I

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de calibración CMC-066-2019

**3.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.605:2018.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.

**4.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AREA BRUTA (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
			LARGO	ANCHO	ALTURA					
M - 1	4/09/2019	20/09/2019	22.7	12.4	41.1	191.6	22700	1.10	130.1	Separación del frente superficial
M - 2	4/09/2019	20/09/2019	22.7	12.4	40.8	191.8	14700	1.10	84.0	Separación del frente superficial
M - 3	4/09/2019	20/09/2019	22.6	12.5	40.4	191.9	19700	1.09	111.9	Separación del frente superficial

**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. E.G.V.



**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



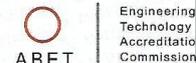
## Anexo 3 - Determinación de Ensayo de compresión diagonal en murete de albañilería



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



#### INFORME

**Del** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**A** : IRVING VLADIMIR GARCIA ESPINO  
**Obra** : "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EN MEDIO) Y ALBAÑILERIA CONFINADA, PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL 2019"  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Albañilería  
**Expediente N°** : 19-3716  
**Recibo N°** : 67666  
**Fecha de emisión** : 16/10/2019

**1.0. DE LA MUESTRA** : Murete de albañilería elaborado a base de ladrillos king kong, proporcionados por el solicitante, con un espesor promedio del mortero de 1.5 cm y proporción en volumen de cemento: arena de; 1 : 4, marca PIRAMIDE.  
 Los materiales utilizados y proporcionados por el solicitante son; arena gruesa y cemento Sol Tipo I

**2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 20.2 °C H.R. = 68.8%

**3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración: CMC-066-2019  
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.

**4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.

**5.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1	14/10/2019	61.5	60.5	12.3	750.3	10920	10.3
M - 2	14/10/2019	61.8	60.6	12.6	771.1	10850	9.9
M - 3	14/10/2019	61.8	60.5	12.5	764.4	11250	10.4

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. D.A.Z./R.V.M./E.G.V.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## Anexo 4 - Determinación de Ensayo de flexión en paneles de poliestireno



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

#### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : IRVING VLADIMIR GARCIA ESPINO  
Obra : "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EN MEDIO) Y ALBAÑILERIA CONFINADA, PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL 2019"  
Asunto : Ensayo de Flexión con carga central en Paneles de Poliestireno  
Expediente N° : 19-3717  
Recibo N° : 67421  
Fecha de emisión : 25/10/2019

- 1.0. DE LA MUESTRA : Paneles de poliestireno expandido, reforzado con malla y mortero.  
2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración CMC-066-2019  
3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605:2018.  
Procedimiento interno AT-PR-08.  
4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	LONGITUD DE APOYO (cm)	DIMENSIONES (cm)			CARGA CENTRAL DE ROTURA (Kg)
				LARGO	ANCHO	ALTURA	
M - 1	20/09/2019	25/10/2019	38.2	43.2	30.00	10.0	1850
M - 2	20/09/2019	25/10/2019	38.0	43	30.00	9.9	2160
M - 3	20/09/2019	25/10/2019	38.1	43.1	30.10	9.9	1600

- 5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sr. E.G.V.



Sc. Ing. Isabel Mojomi Nakata  
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo  
de Materiales - UNI



## Anexo 5 - Determinación de Ensayo de resistencia a la compresión en paneles de poliestireno expandido



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

#### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
A : IRVING VLADIMIR GARCIA ESPINO  
Obra : "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EN MEDIO) Y ALBAÑILERIA CONFINADA, PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL 2019"  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión en paneles de poliestireno expandido  
Expediente N° : 19-3717  
Recibo N° : 67667  
Fecha de emisión : 28/10/2019

- 1.0. DE LA PILAS : Paneles de poliestireno expandido, reforzadas con malla y mortero.  
2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de calibración CMC-066-2019  
3.0. MÉTODO DE ENSAYO : Normas de referencia NTP 399.605:2018.  
Procedimiento interno AT-PR-08.  
4.0. RESULTADOS :

MUESTRA	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	FACTOR DE CORRECCIÓN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AREA BRUTA (Kg/cm <sup>2</sup> )
			LARGO	ANCHO	ALTURA				
M - 1	20/09/2019	28/10/2019	30.1	10.0	43.2	301.0	14000	1.15	53.6
M - 2	20/09/2019	28/10/2019	30.0	9.9	43.4	297.0	13080	1.15	50.7
M - 3	20/09/2019	28/10/2019	29.4	9.9	43.6	291.1	9900	1.15	39.2

- 5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
Técnico : Sres. R. V. M. / D. A. Z.



MSC. Isabel Moromi Nakata  
Jefe (e) laboratorio

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381-3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## Anexo 6 - Determinación de Ensayo de compresión diagonal en murete de poliestireno expandido



### UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por  
ABET Engineering Technology Accreditation Commission

#### INFORME

**Del A** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
**Obra** : IRVING VLADIMIR GARCIA ESPINO  
 : "COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS SISTEMAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EN MEDIO) Y ALBAÑILERIA CONFINADA, PARA VIVIENDAS DE CARÁCTER SOCIAL 2019"  
**Asunto** : Ensayo de Compresión Diagonal en murete de Poliestireno expandido  
**Expediente N°** : 19-3717  
**Recibo N°** : 67667  
**Fecha de emisión** : 25/10/2019

- 1.0. DE LA MUESTRA** : Paneles de poliestireno expandido, reforzado con malla y recubierto con mortero.  
 Proporcionamiento del tarrajeo; en volumen 1 : 4 (cemento, arena), con espesor del tarrajeo de 1.5 cm, con fecha de elaboración el 20 de Noviembre del 2019
- 2.0. CONDICIONES AMBIENTALES** : Temperatura ambiente = 20.6 °C H.R. = 69.3%
- 3.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal, TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración: CMC-066-2019  
 Se utilizó las escuadras de acero de acuerdo a la NTP 399.621.
- 4.0. MÉTODO DE ENSAYO** : Normas de referencia NTP 399.621:2015 y E-070 del RNE.  
 Procedimiento interno AT-PR-08.
- 5.0. RESULTADOS** :

MUESTRA	FECHA DE ENSAYO	DIMENSIONES DEL MURETE (cm)			ÁREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	COMPRESIÓN DIAGONAL (Kg/cm <sup>2</sup> )
		LARGO (l)	ANCHO (h)	ESPESOR (t)			
M - 1	25/10/2019	63.5	64.0	10.2	650.3	11960	13.0
M - 2	25/10/2019	63.5	63.8	10.4	662.0	10960	11.7
M - 3	25/10/2019	64.2	63.2	10.5	668.9	6200	6.6

**6.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Mag. Ing. C. Villegas M.  
 Técnico : Sr. D.A.Z./R.V.M./E.G.V.



**NOTAS:**

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe

Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



## Anexo 7 – Certificado de Calibración



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-066-2019

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería  
Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería  
Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera "  
FIC - UNI Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.  
Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2  
Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.  
División de escala : 20 kgf; 100 kgf; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.  
Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO  
N° de serie del equipo : 177 T 128  
Código Interno UNI : MUNV-2  
Panel digital : Analógico.  
Número serie panel digital : N.I.  
Procedencia : JAPAN.  
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"  
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19,8°C / 76%  
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19,8°C / 76%  
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518  
Número de páginas : 3  
Fecha de calibración : 2019-06-17

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-06-19	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 64286

CMC-066-2019

Página 1 de 4

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	2000	2054	2092	2102	2083	-4,0	0,3
20	4000	4057	4084	4112	4084	-2,1	0,2
30	6000	6045	6092	6010	6049	-0,8	0,1
40	8000	8045	7992	8006	8014	-0,2	0,1
50	10000	10056	10011	10003	10024	-0,2	0,1
60	12000	12043	11996	11998	12012	-0,1	0,1
70	14000	13945	13991	13998	13978	0,2	0,1
80	16000	15931	15905	15989	15942	0,4	0,1



Dirección de carga : Compresión Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	5000	5057	5101	5041	5066	-1,3	0,2
20	10000	10121	10120	10102	10114	-1,1	0,2
30	15000	15137	15107	15071	15105	-0,7	0,1
40	20000	20138	20157	20160	20152	-0,8	0,1
50	25000	25284	25241	25172	25232	-0,9	0,1
60	30000	30173	30154	30059	30129	-0,4	0,1
70	35000	35211	35183	35102	35165	-0,5	0,1
80	40000	40173	40222	40130	40175	-0,4	0,1



CMC-066-2019

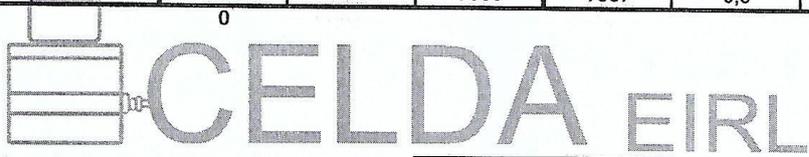
Página 2 de 4



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso (kgf)	2º ascenso (kgf)	3º ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	1000	1055	1058	1019	1044	-4,2	0,3
20	2000	2017	2006	1964	1996	0,2	0,1
30	3000	3065	3061	2962	3029	-1,0	0,2
40	4000	4024	4014	4043	4027	-0,7	0,1
50	5000	4990	4968	5013	4990	0,2	0,1
60	6000	5973	5964	5961	5966	0,6	0,1
70	7000	7020	6939	7014	6991	0,1	0,1
80	8000	7976	7935	7960	7957	0,5	0,1



Dirección de carga : Compresión Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso (kgf)	2º ascenso (kgf)	3º ascenso (kgf)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	500	527	533	522	527	-5,2	0,3
20	1000	986	980	951	972	2,9	0,2
30	1500	1586	1525	1466	1526	-1,7	0,2
40	2000	1982	1960	1956	1966	1,7	0,2
50	2500	2481	2491	2489	2487	0,5	0,1
60	3000	2966	3020	3007	2998	0,1	0,1
70	3500	3465	3465	3508	3479	0,6	0,1
80	4000	3970	3962	3983	3972	0,7	0,1



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	10000	10392	10462	10329	10394	-3,8	0,4
20	20000	20220	20198	20204	20207	-1,0	0,2
30	30000	30133	29952	29925	30003	0,0	0,1
40	40000	39904	39790	39782	39825	0,4	0,1
50	50000	49695	49650	49765	49703	0,6	0,1
60	60000	59356	59320	59414	59364	1,1	0,2
70	70000	69275	69145	69099	69173	1,2	0,2
80	80000	78988	79091	79124	79067	1,2	0,2

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado







## Anexo 10 – Instrumento de medición a compresión diagonal en murete

Anexo 3. Ficha de recolección de datos, ensayo a compresión diagonal en murete de albañilería confinada de 60x60cm

ENSAYO A COMPRESION DIAGONAL EN MURETE DE ALBAÑILERIA CONFINADA DE 60x60cm									
ESPECIMEN	FECHA DE FABRICACION	FECHA DE ENSAYO	DIAS	DIMENSIONES(CM)			AREA(cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA (Kgf)	V'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
				LARGO	ANCHO	ESPESOR			

Promedio	
Desviación Estandar ( $\sigma$ )	
Resistencia Característica al Corte (V'm)	

Laboratorio: \_\_\_\_\_

Fecha de inicio: \_\_\_\_\_ Fecha de término: \_\_\_\_\_

**Experto #1**

Apellidos y Nombres:

Registro Cip: \_\_\_\_\_

Firma: SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉ  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51630

**Experto #2**

Apellidos y Nombres:

Registro Cip: Margarita Boza Olachea  
INGENIERA CIVIL  
CIP: 80500

Firma: \_\_\_\_\_

**Experto #3**

Apellidos y Nombres:

Registro Cip: \_\_\_\_\_

Firma: LUIS ALBERTO VARGAS GARCIALANA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18450

## Anexo 11 – Instrumento de medición a ensayo a flexion

Anexo 4. Ficha de recolección de datos, ensayo a flexión en muestras de panel de poliestireno expandido de 60x60cm

ENSAYO A FLEXION EN MUESTRAS DE PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 60x60cm						
ESPECIMEN	Fecha de fabricacion	Fecha de ensayo	Resist. Compre. (Kg/cm2)	Fmax (KN)	Sobre - resistencia	Ductilidad
PROMEDIO						

Laboratorio: \_\_\_\_\_

Fecha de inicio: \_\_\_\_\_ Fecha de término: \_\_\_\_\_

Experto #1

Apellidos y Nombres:

\_\_\_\_\_  
 Registro Cip: \_\_\_\_\_

Firma: SANTOS  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630

Experto #2

Apellidos y Nombres:

Margarita Boza Olaechea  
 Registro Cip: \_\_\_\_\_  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 80500

Firma: \_\_\_\_\_

Experto #3

Apellidos y Nombres:

\_\_\_\_\_  
 Registro Cip: \_\_\_\_\_

Firma: ALBERTO VARGAS GARCALTANA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 194542



## Anexo 13 – Instrumento de medición a ensayo a compresión diagonal

Anexo 6. Ficha de recolección de datos, ensayo a compresión diagonal en muestras de panel de poliestireno expandido de 60x60cm

ENSAYO A COMPRESION DIAGONAL EN MUESTRAS DE PANEL DE POLIESTIRENO EXPANDIDO DE 60x60cm									
ESPECIMEN	FECHA DE FABRICACION	FECHA DE ENSAYO	DIAS	DIMENSIONES(CM)			AREA(cm <sup>2</sup> )	CARGA MAXIMA	V'm (Kg/cm <sup>2</sup> )
				LARGO	ANCHO	ESPEJOR			

Promedio	
Desviacion Estandar ( $\sigma$ )	
Resistencia Caracteristica al Corte (V'm)	

Laboratorio: \_\_\_\_\_

Fecha de inicio: \_\_\_\_\_ Fecha de término: \_\_\_\_\_

**Experto #1**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Registro Cip: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

SANTOS RUIZ GARCIA PICHÉ  
INGENIERO CIVIL  
CIP-51630

**Experto #2**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Registro Cip: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Margarita Boza Olachaa  
INGENIERA CIVIL  
CIP. 80500

**Experto #3**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Registro Cip: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

ALBERTO VARGAS PACALTANA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 194542

# Informe Técnico por Resolución Ministerial – Paneles de Poliestireno Expandido



## Resolución Ministerial

No. 045 -2010-VIVIENDA

Lima, 12 de marzo del 2010.

### VISTO:

El Informe No. 015-2010/VIVIENDA-VMCS-DNC, el Informe Técnico No. 01-2010-VIVIENDA-SENCICO-03-02 y el Informe Legal No. 019-2010-03-01;

### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a lo dispuesto por el Decreto Supremo No. 040-T1-VI, las personas naturales o jurídicas que posean o presenten sistemas de perforación de viviendas y de construcción no convencional, deberán obtener para su utilización, en cualquier lugar del país, la aprobación y autorización del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, previa opinión favorable del Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO;

Que, la empresa Paneles y Construcciones Paracora S.A., solicitó al SENCICO la aprobación del sistema constructivo no convencional denominado M2 (EMMEDUE);

Que, al respecto, con Informe Técnico No. 01-2010-VIVIENDA-SENCICO-03-02 e Informe Legal No. 019-2010-03-01 del SENCICO, se ha emitido opinión favorable en relación a la propuesta del sistema constructivo no convencional presentado por la empresa Paneles y Construcciones Paracora S.A.;

Que, por su parte, la Dirección Nacional de Construcción, ha emitido en su Informe No. 015-2010/VIVIENDA-VMCS-DNC, que es procedente la aprobación del referido sistema constructivo no convencional, con las limitaciones contenidas en su Memoria Descriptiva;

De conformidad con la Ley No. 27782 y los Decretos Supremos No. 010-T1-VI y No. 002-2002-VIVIENDA;

### SE RESUELVE:

Artículo Único.- Aprobar el Sistema Constructivo No Convencional denominado M2 (EMMEDUE), presentado por la empresa Paneles y Construcciones Paracora S.A., conforme a la Memoria Descriptiva que forma parte integrante de la presente Resolución, la misma que será publicada en el Portal Electrónico del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

JUAN SARMENTO SOTO  
Ministro de Vivienda,  
Construcción y Saneamiento

