

## **Concrete Resistance Analysis Using Expanded Polystyrene as a Construction Alternative for Relief in Social Housing**

**Análisis de resistencia del hormigón utilizando poliestireno expandido como alternativa constructiva de alivianamiento en viviendas de interés social**

**Autores:**

Ing. Loor-Santos, Jorge Luis  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Maestría en ingeniería civil. Mención: Vivienda de interés social  
Manabí- Ecuador



[jloorsantos@hotmail.com](mailto:jloorsantos@hotmail.com)



<https://orcid.org/0009-0002-8670-3323>

Ing. Ruiz-Párraga, Wilter Enrique  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ  
Maestría en ingeniería civil. Mención: Vivienda de interés social  
Manabí- Ecuador



[wilter.ruiz@utm.edu.ec](mailto:wilter.ruiz@utm.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-0045-9781>

Fechas de recepción: 20-JUN-2024 aceptación: 28-JUN-2024 publicación:15-SEP-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



## Resumen

En la industria de la construcción, el hormigón es uno de los elementos constructivos más estudiados y modificados, logrando mejorar los procesos constructivos y la prolongación de la vida útil de las estructuras. El estudio del poliestireno expandido (EPS), como una alternativa constructiva ha tenido impacto positivo en el desarrollo socio-económico y tecnológico a rasgos mundiales. El presente estudio, realizado en Santo Domingo-Ecuador, efectuó un análisis comparativo de la resistencia de un hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> (grupo experimental), reemplazando en volumen parte del agregado fino en proporciones del 10,15 y 20% (grupo de control) por poliestireno expandido (EPS), para definir su viabilidad como una alternativa en la construcción de viviendas de interés social. Los resultados indican una baja resistencia a la compresión y un efecto quebradizo en los residuos de las probetas cilíndricas ensayadas debido al bajo control de la concentración de partículas de poliestireno expandido.

**Palabras clave:** Poliestireno expandido; concreto alivianados; concretos modificados; resistencia de hormigón; Perlas de EPS

## Abstract

In the construction industry, concrete is one of the most studied and modified construction elements, which has improved construction processes and extended the useful life of structures. The study of expanded polystyrene (EPS) as a constructive alternative has had a positive impact on socio-economic and technological development worldwide. The present study, carried out in Santo Domingo, Ecuador, carried out a comparative analysis of the strength of a concrete of 210 kg/cm<sup>2</sup> (experimental group), replacing part of the fine aggregate in part of 10, 15 and 20% (control group) with expanded polystyrene (EPS), to define its viability as an alternative in the construction of social housing. The results indicate a low compressive strength and a brittle effect on the residues of the cylindrical specimens tested due to the low control of the concentration of expanded polystyrene particles.

**Keywords:** Expanded polystyrene; lightened concrete; modified concretes; concrete strength EPS beads

## Introducción

La industria de la construcción juega un papel fundamental en el desarrollo y el avance tecnológico en todas las civilizaciones del mundo; por ser uno de los motores clave para el desarrollo económico ya que impulsa la movilización de una gran cantidad de insumos en la creación de espacios confortablemente adecuados lo que genera empleos directos e indirectos. Uno de los materiales más utilizados en la industria de la construcción es el concreto (mezcla de cemento, agregados finos, gruesos y agua), debido a su versatilidad, resistencia, durabilidad, facilidad de manejo y precio; se ha convertido en una de las opciones más utilizadas en la construcción de estructuras sólidas y seguras (Chuquilin, 2018).

El hormigón o concreto, a nivel mundial tiene una producción de alrededor de 13 mil millones de metros cúbicos por año, convirtiéndolo uno de los agentes constructivos más estudiados y modificados, con el fin, de optimizar los procesos constructivos y prolongar la vida útil de las estructuras, reflejándose en concretos más resistentes y maleables, por ello dentro de estos proceso de mejorar al hormigón, nacen los aditivos químicos y las adiciones de elementos constructivos de origen natural o artificial que mejoran las propiedades del concreto. Entre éstas, la de conseguir materiales más ligeros que también sean resistentes y económicamente viables certificando la seguridad, lo que presenta al concreto ligero como una solución alternativa (Chuquizapon, 2020).

Hormigón ligero, se caracteriza por ser un material de naturaleza heterogéneo, con propiedades físicas, químicas y mecánicas tanto en estado fresco como en estado endurecido. A diferencia del concreto tradicional, en el hormigón ligero se sustituyen sus componentes pétreos por algún material de menor densidad. Este se caracteriza por ser más liviano, pero de menor resistencia a la compresión, permite reducir el peso propio de la estructura, minimizando las secciones en elementos estructurales, representando ahorro en material (Campos & Altamirano, 2023).

En la antigua Roma (273 A.C.), cuando aún no se utilizaba el acero de refuerzo, se introdujo por primera vez el hormigón ligero; utilizando como material: roca volcánica poroso, toba volcánica y arcilla como áridos ligeros, consiguiendo obras imponentes. Hace más de 117 años en Hungría, se utilizaron las escorias de los hornos para formar estructuras ligeras. En 1914 en Suecia, cuando se efectuó una mezcla de: cemento, cal, agua, arena fina y aluminio para luego ser introducida en una cámara de vapor presurizada, dio como resultado el hormigón celular (Véliz et al., 2023). Lo que produjo que en la XV convención del American Concrete Institute de Atlantic City de 1919, se planteara la aplicabilidad del hormigón liviano. En efecto; diversos países del globo terráqueo (Alemania, Dinamarca, Gran Bretaña, Estado Unidos y Rusia), empezaron a desarrollar técnicas constructivas de concretos ligeros a base celular (airados o agregados procesados). Lo que nos remota a el año 1922, en donde, se construyó la ampliación del Gimnasio de la escuela de deportes acuáticos de la ciudad de Kansas, siendo esta, la primera edificación construido con concreto liviano estructural en la historia (Veliz y Vásquez, 2018; Chuquilin, 2018; Chuquizapon, 2020).

Dos años más tarde (1924) Erikson, obtuvo un concreto celular a base de sílice y cal que combinados con arcillas bituminosas dieron lugar al concreto ligero conocido como Ytong. Para 1928, un estudio para incrementar los números de piso de la compañía de teléfono Southwestern Bell en la ciudad de Kansas, determinó utilizar concreto liviano (a base de arcilla expandida), aumentado la remodelación de 8 a 14 pisos. Eklund, patentó en 1934 el concreto conocido como Sipores; elaborado por medio de un proceso de curado de vapor. No fue hasta 1938, en donde, el investigador Kudriashoff de la unión soviética, introdujo en concreto ligero espumoso en forma de unidades reforzadas. Desde el año 1950, se diseñaron una gran variedad de edificios con concreto ligero y concreto ligero prefabricado; en el 67 y 68 The Square Tower y The Park Regis, respectivamente (Australia), en el 70 The Standart Bank (Sudáfrica) y en el 72 The BMW Building en Alemania. En América del sur, la utilización del hormigón ligero comenzó entre los años 1968-1972, el material seleccionado fue la arcilla expandida en prefabricados ligeros, así mismo, la utilización de material ligeros en el contexto general edilicio (Chuquilin, 2018; Chuquizapon, 2020).

### **Hormigón ligero-Poliestireno expandido (EPS)- Estudios previos**

El poliestireno expandido, comúnmente conocido como EPS, es un material versátil utilizado en múltiples ramas de la construcción. El EPS, se produce a partir de la expansión del poliestireno mediante vapor, lo que crea una estructura celular cerrada y rellena de aire (98%). Esto le confiere características como ligereza, aislamiento térmico y acústico, resistencia al agua y capacidad de absorción de impactos. Gracias a estas propiedades; se ha convertido en un material ampliamente utilizado en el sector de la construcción, especialmente en la fabricación de concreto ligero. Una de las principales ventajas es su capacidad para reducir el peso del hormigón, lo que facilita el transporte y la instalación. Además, el uso de EPS como agregado puede mejorar la resistencia térmica del hormigón, lo que resulta en una mejor eficiencia energética de los edificios y una reducción en los costos de climatización (Esquivel y Velazco, 2014; Lituma y Zhunio, 2015).

Los constructores y los propietarios de viviendas están cada vez más motivados para construir este tipo de espacios adecuados al confort térmico, por la importancia de crear espacios térmicamente confortables para que los quintiles se puedan desarrollar. A su vez, el uso del EPS en la construcción de edificaciones en el sistema de aislación de muros, brinda un mayor desempeño en el aislamiento termoacústico (Pinedo & Verde, 2022). Es importante tener en cuenta que el uso de EPS en obras de ingeniería civil, requiere un equilibrio entre la eficiencia energética, el costo y la sostenibilidad ambiental. Por lo que hay que realizar una evaluación cuidadosa de sus ventajas y desventajas, definiendo la regulación adecuada para asegurar su uso sostenible en la construcción y reducir los impactos al medio ambiente (Vascones, 2021; Rodríguez, 2023). Para ello, Veliz y Vázquez (2018), argumentan que el costo de los materiales ligeros es más costoso con respecto al hormigón normal, pero influye en la reducción de los costos totales de las estructuras.

El poliestireno expandido (EPS), es un material de construcción versátil que mejora el diseño-beneficio estructural. Desde su popularidad como aislante tradicional en la década de 1950, el EPS esta evolucionado y se va incorporando en varias de las fases constructivas a medida que aumenta la conciencia medioambiental. Por tal motivo la industria de la



construcción está comprometida a reducir el uso de recursos naturales y energía incorporada en las edificaciones para mitigar la huella ecológica en todo el mundo (Toro, 2023). Una de las estrategias actualmente utilizadas es la sustitución de agregados naturales por agregados de elaboración artificial (EPS). Lo que para Barboza y Leon (2023), la proporción más perfecta es de 6.5% para hormigones de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Las investigaciones que se basaron en utilizar el ESP, como materia prima en la elaboración de hormigones; Vidal (2010), presenta el poliestireno modificado (MEPS) el que consiste en triturarlo y ponerlo en horno a temperatura de  $120^\circ$  por razón de 17 minutos, para lograr obtener mejores resultados de resistencia, sin embargo, los mejores resultados solo llegaron al 65% de la resistencia admisible, resaltando su reducción en el peso de un 29%. Igualmente, Heredia y Pérez (2018) elaboraron concreto ligero con adición del 20% de MEPS, determinado que no cumple las condiciones para considerarse concreto estructural. Liu y Chen (2014), realizaron su investigación sobre el tamaño de las perlas de poliestireno, en donde, concluyeron que la resistencia a la compresión está relacionada con el tamaño y concentración de las partículas de EPS.

Siguiendo con esta línea investigativa, Toro y Villareal (2019) lograron determinar que a medida que aumenta el EPS, se reduce la densidad en el hormigón y que al reducir la relación A/C, se mejora la adherencia entre el EPS y la pasta cementante, manteniendo constante el porcentaje de esfuerzo a tracción. El estudio concluye que los hormigones alivianados con EPS no deben ser usados para elemento estructurales, sin embargo, lo presenta como una alternativa para hormigón estructural en construcciones pequeñas. (Lapa, 2020), estudio sobre el reemplazo del agregado fino por el EPS para su mezcla de hormigón con un porcentaje del 20%, 40% y 60%, en cual comprobó una resistencia baja a la compresión.

En Ecuador se puede observar que dentro del universo constructivo de viviendas existe búsqueda constante de soluciones creativas y económicamente viables para las viviendas de interés social; según Véliz et al. (2023), los estudios de nuevas tecnologías para el hormigón manifiestan que el poliestireno expandido es una buena alternativa sustentable de uso en la rama de la construcción civil. Por lo anterior, este trabajo se enfocó en el uso de EPS, como

agregado fino, teniendo como objetivo; analizar la utilización del poliestireno expandido como alternativa en la construcción de viviendas de interés social, así como revelar las ventajas y desafíos del uso del poliestireno expandido en la construcción de viviendas de interés social como: una alternativa para la elaboración de hormigones resistentes. Con el fin de compensar las cargas económicas de quienes buscan un techo digno, sin disminuir la resistencia y la durabilidad del hormigón utilizados en estas viviendas.

### **Material y métodos**

El presente estudio tuvo un enfoque experimental de alcance descriptivo, insertado en la línea investigativa de las Estructuras e Ingeniería de Materiales. El diseño consistió en el análisis comparativo de la resistencia de un hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup> (grupo experimental), reemplazando parte del agregado fino por el 10,15 y 20% (grupo de control), por poliestireno expandido (EPS). En el cual se elaboraron 36 probetas cilíndricas (6 del grupo experimental y 27 del grupo de control) de 15 cm de diámetros por 30 cm de altura, las cuales, posteriormente fueron ensayadas a compresión simple sometidas por una carga axial hasta su rotura en los días 7, 14 y 28 a partir de la fecha que se realizó el muestreo (Saif, 2019). La experimentación, tuvo lugar bajo condiciones atmosféricas controladas en el laboratorio de suelos SHOUSHE, ubicado en la ciudad de Santo Domingo; capital de la provincia Santo Domingo del estado ecuatoriano.

#### **Proceso de selección de materiales-agregados y cemento**

La selección de material cumplió la Norma ASTM C-33 para hormigones de cemento portland; la cual consiste en definir los requisitos necesarios de calidad y graduación de los agregados. Para la obtención de la granulometría en áridos grueso y finos se realizaron ensayos en base a las normas INEN 696; utilizando: los agregados gruesos, todos los que pasan el tamiz de 1" y que sean retenidos en el tamiz de 9.5 mm (3/8"), y agregados finos, todos los que pasan el tamiz de 9.5 mm (3/8"). Así mismo, para los pesos Unitarios: suelto-compactado, densidades específicas en masa y seca se obtuvieron siguiendo el método de ensayo de las nomas INEN 109-112 para los áridos gruesos y nomas INEN 858 y ASTM

C-29 para áridos finos (Habitatyvivienda, s.f.; Studocu, 2024). Lo que resulto en una densidad total de 1930 Kg/m<sup>3</sup>, ver Tabla 1.

**Tabla 1**

Características de los agregados.

Diseño: resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup>

<u>Ensayos / materiales</u>	<u>Áridos gruesos</u>	<u>Áridos finos</u>	<u>Cemento tipo GU</u>
% desgaste a la abrasión	22%	-	
% óptimo de agregado en mezcla	45%	55%	
Tamaño máximo de agregado	3/4 "	N.º 3/8"	
Módulo de finura	-	2,13	
Peso unitario suelto kg/m <sup>3</sup> .	1.413	1.572	
Gravedad específica masa kg/m <sup>3</sup>	2,61	2,613	3,15
Gravedad específica superficie saturada seca kg/m <sup>3</sup>	2,641	2,65	
Gravedad específica aparente kg/m <sup>3</sup>	2,694	2,712	
% de absorción	1,20%	1,40%	
Peso unitario óptimo de mezcla de agregados			1930/m <sup>3</sup>

Al realizar el análisis de los materiales, se determinó que tanto la arena posee un módulo de finura de 2,3 y el árido posee un tamaño máximo nominal de ¾ “, cumpliendo lo establecido por la norma NTE INEN 696.

*Proceso de selección de materiales-agua y poliestireno expandido (EPS)*

El agua seleccionada para el mezclado de hormigón, cumplió con las disposiciones de la norma ASTM C-1602 y con los parámetros de diseño de la NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado (Habitatyvivienda, s.f.), donde indica que debe estar libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que



puedan ser nocivas al hormigón, de la misma manera, se controló la relación agua cemento (A/C) de 0,56; valor obtenido de acuerdo al contenido de humedad natural de los áridos previamente descritos en la tabla 1. El poliestireno expandido fue reciclado y triturado hasta obtener perlas de EPS, de dimensiones entre 1-5mm de diámetro.

### **Diseño de las probetas cilíndricas-grupo experimental y grupo de control**

Después de haber definido los materiales para el diseño que estuvieron bajo los parámetros suscritos en la NEC-SE-HM: Estructuras de Hormigón Armado, se determinaron las cantidades volumétricas para los hormigones de 210 kg/cm<sup>2</sup>, tanto para el grupo experimental y de control (ver tablas 2-5); en donde, se reemplazo parte del agregado fino en parte de 10,15 y 20% (grupo de control A, B y C, respectivamente) por poliestireno expandido, que posteriormente se ejecutaron, pesaron y se realizaron los ensayos de asentamiento y resistencia, en los tiempos correspondientes.

**Tabla 2**

Cantidades volumétricas para hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup>

Grupo experimental

<u>Componentes</u>	<u>Cantidad</u>	<u>M<sup>3</sup>/saco 50 kg</u>
Cemento	1 saco	0,035
Ripio	2,4 parihuelas	0,0768
Arena	2,8 parihuela	0,0896

Para la presente investigación, se realizaron 9 probetas, a efecto de ser el factor de medición o comparación; se realizó el ensayo destructivo de resistencia a la compresión, 3 para los días 7, 14 y 28, respectivamente.

**Tabla 3**

Cantidades volumétricas para el grupo de control A

Reemplazo del 10% de arena por EPS

<u>Componentes</u>	<u>Cantidad</u>	<u>M<sup>3</sup>/saco 50 kg</u>
--------------------	-----------------	---------------------------------



Cemento	1 saco	0,035
Ripio	2,4 parihuelas	0,0768
Arena	2,52 parihuela	0,08064
EPS	0,28 parihuela	0,00896

En esta fase de sustitución al 10% de material co perlas de EPS, se realizaron 9 probetas, a efecto de ser el factor causal; 3 para los días 7, 14 y 28, respectivamente.

**Tabla 4**

Cantidades volumétricas para el grupo de control B

Remplazo del 15% de arena por EPS

<u>Componentes</u>	<u>Cantidad</u>	<u>M3/saco 50 kg</u>
Cemento	1 saco	0,035
Ripio	2,4 parihuelas	0,0768
Arena	2,38 parihuela	0,07616
EPS	0,42 parihuela	0,01344

Se realizaron 9 probetas, a efecto de ser el factor causal; 3 para los días 7, 14 y 28, respectivamente.

**Tabla 5**

Cantidades volumétricas para hormigón de control C

Remplazo del 20% de arena por EPS

<u>Componentes</u>	<u>Cantidad</u>	<u>M3/saco 50 kg</u>
Cemento	1 saco	0,035
Ripio	2,4 parihuelas	0,0768
Arena	2,24 parihuela	0,07168
EPS	0,56 parihuela	0,01792

Al igual que en los otros casos, se realizaron 9 probetas, a efecto de ser el factor causal; 3 para los días 7, 14 y 28, respectivamente.

Finalmente; para completar el análisis y poder determinar el uso del EPS, como una alternativa constructiva económicamente viable, se realizó el análisis de precios unitarios (APU), para el grupo experimental y para los grupos de control. Bajo los rubros de: Equipo, mano de obra, materiales y transporte.

## Resultados y Discusión

### *Resultados-ensayos de asentamiento*

Se realizaron los respectivos ensayos de asentamientos según la norma ASTM C143 / C143M. Esta norma establece el procedimiento estándar para realizar el ensayo de asentamiento del concreto utilizando el cono de Abram. Ver tabla 6.

**Tabla 6**

Ensayos de asentamiento del grupo experimental y grupo de control

	<u>% de EPS agregado</u>			
Asentamiento	0%	10%	15%	20%
	7,5	8,7	9,00	9,50

Se determinó que la consistencia del hormigón tanto para el grupo experimental como el de control están dentro de los parámetros establecidos lo que refleja una adecuada relación A/C, que según la norma debe de estar entre 7 y 10 cm, para obtener una trabajabilidad de aceptable.

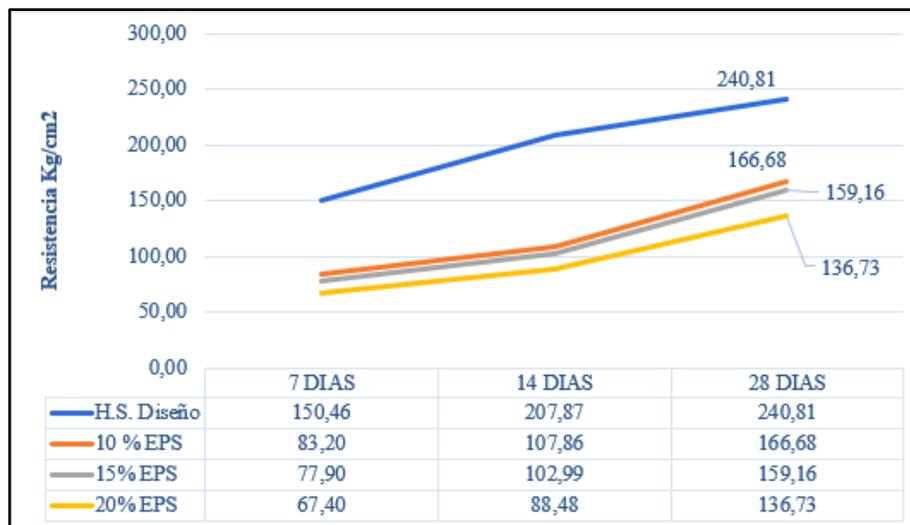
### *Resultados-ensayos de resistencia*



En la siguiente figura 1; se presentan en conglomerado ya promediados los ensayos de compresión simple realizados, tanto para el grupo experimental como para el grupo de control A, B, y C, a los 7, 14 y 28 días, lo que ayudó a determinar el factor causal mediante la comparación de los resultados obtenidos de las probetas.

**Figura 1.**

Ensayos de resistencia a la compresión de hormigón, a las edades de 7, 14 y 28 días de curado



La figura 1, muestra los resultados promedio de las tres probetas ensayadas a las diferentes edades, tanto para el hormigón de control como para los de la investigación.

Con los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia a compresión, se demuestra que las probetas del grupo experimental 0% de EPS, muestra resistencia de 240,81 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días, a pesar de haberse empleado los mismos materiales en toda la investigación y el mismo control establecido en las normas técnicas, para los porcentos del 10, 15 y 20% es decir grupos de control A, B y C, estos reflejan valores inferiores a la resistencia de diseño de 210 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando resultados de: 166,68 kg/cm<sup>2</sup> (A), 159,16 kg/cm<sup>2</sup> (B) y 136,73 kg/cm<sup>2</sup> (C), respectivamente; se comprobó una baja resistencia a la compresión, resultados

que concuerdan con Lapa (2020), de la misma manera se comprobó un efecto quebradizo en los residuos de las probetas ensayadas, como lo sostiene Barboza y León (2023), se debe considerar como una alternativa para hormigón de tipo no estructural en construcciones pequeñas sugerido por Toro y Villareal (2019). Se estima que la baja resistencia se debe al bajo control de la concentración de partículas de EPS, comprobado por Liu y Chen (2014) y visualizado en las probetas del grupo de control C, ver la figura 2.

**Figura 2.**

Probeta cilíndrica del grupo de control C



La figura 2, evidencia la aglomeración de perlas de EPS, este mismo efecto se generalizó en las 9 probetas con el porcentaje del 20%

En la tabla 7, se presenta un resumen de los resultados obtenidos. Donde se exponen el costo obtenido del análisis de precios unitarios (APU), el pesaje de los cilindros y las resistencias obtenidas de las probetas ensayadas.

**Tabla 7**

Resumen de resultados costo/beneficio

N°	Detalle	Costo/m <sup>3</sup>	Peso kg	Resistencia kg/cm <sup>2</sup>		
				7 días	14 días	28 días
1	0% EPS	\$ 262,96	2,38	150,46	207,87	240,81
2	10% EPS	\$ 268,81	2,12	83,20	107,86	166,68
3	15% EPS	\$ 271,75	2,04	77,90	102,99	159,16
4	20% EPS	\$ 274,68	1,74	67,40	88,48	136,73

Los análisis de precios unitarios (APU), se ajustan con la argumentación de Vázquez (2018), ya que a medida que aumenta la incorporación del material ligero (EPS), incrementa los costos con respecto al grupo experimental. Basado en el resumen de los resultados obtenidos se determinó que las resistencias no cumplen las condiciones requeridas, que las reducciones de los pesos no influyen significativamente en el costo-beneficio. Por lo que no se recomienda la utilización del EPS como una alternativa en la construcción de viviendas de interés social.

### Conclusiones

El concreto ligero se caracteriza por ser un material liviano, esto lo logra al sustituir alguno(s) de sus componentes pétreos por material(es) de menor densidad. En esta investigación el material seleccionado es el poliestireno expandido (EPS); el cual tiene las características de ligereza, aislamiento térmico y acústico, resistencia al agua y capacidad de absorción de impactos, el cual se lo reemplazó por parte del agregado fino en proporción del 0% al cual se lo denominó el grupo experimental (9 probetas cilíndricas) y comparado con el grupo de control con sustituciones del 10, 15 y 20%; (27 probetas cilíndricas), se empleó el ensayo de resistencia a la compresión, arrojando resultados de baja resistencia a los 7, 14 y 28 días de curado húmedo

Al observar la muestra con el 20% de EPS, se observa el efecto quebradizo que se produce en la estructura interna de este hormigón, pudiendo ser este porcentaje una limitante para desarrollar hormigones de tipo no estructural con perlas de poliestireno expandido, al no cumplir con las resistencias requeridas ni tampoco con la relación costo-beneficio, en esta

investigación no se recomienda la utilización del EPS al 20 % como una alternativa en la construcción de viviendas de interés social.

El resultado desfavorable, en los diferentes porcentajes de perlas de EPS, permite indicar que este tipo de material tiene poca adherencia con la mezcla de hormigón, haciendo que la resistencia a la compresión no cumpla con la resistencia de diseño, por ello es necesario el estudio profundo de la interacción EPS y hormigón, brindado un nuevo desafío para futuras investigaciones dentro de las nuevas tecnologías empleadas en la obtención de nuevos materiales de construcción.

### **Recomendaciones**

Se sugiere una investigación exhaustiva a las propiedades mecánicas del hormigón con poliestireno expandido (EPS), debido a la baja resistencia a la compresión observada. Un futuro análisis debería explorar: ajustes en la proporción de componentes, es decir trabajar con valores menores a los investigados, así como métodos la interacción detallada entre el EPS y otros elementos del hormigón.

A su vez, obtenido los porcentajes que actúen afirmativamente con el hormigón, se recomienda realizar un análisis de costo-beneficio detallado para la mezcla de hormigón con EPS, considerando no solo los costos iniciales sino también los ahorros potenciales a lo largo del ciclo de vida de la estructura. Esto incluye aspectos como mantenimiento, durabilidad y eficiencia energética, proporcionando una evaluación completa de la viabilidad socio-económica-ambiental.

### **Referencias bibliográficas**

- Barboza, C., & Leon, Q. (2023). Producción de concreto adicionando poliestireno expandido reciclado y perlas de poliestireno. Repositorio Institucional - USS. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/11870>.
- Campos, R., & Altamirano, V. (2023). Análisis del comportamiento mecánico del concreto adicionando perlitas de poliestireno y arcilla expandida como sustituto parcial del



agregado. Repositorio Institucional - UTP.  
<http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7089>.

Chuquilin, J. A. (2018). Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, Trujillo 2018 [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/14821>.

Chuquizapon, K. D. (2020). Influencia de la densidad de las perlas de poliestireno sobre el costo, peso unitario, asentamiento, resistencia a compresión y flexión en un concreto ligero estructural para losas aligeradas, Trujillo 2020 (Tesis de licenciatura). . Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/24149>.

Esquivel, A., & Velazco, K. (2014). Alternativas para mejorar el aislamiento térmico del concreto en piezas prefabricadas para un edificio desmontable. Obtenido de [https://www.jeanrobert.org.mx/hemerografia/impulsa\\_la\\_salle\\_9.pdf#page=47](https://www.jeanrobert.org.mx/hemerografia/impulsa_la_salle_9.pdf#page=47).

Habitatyvivienda. (s.f.). Capítulos de la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción). Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>.

Heredia, C., & Pérez, P. (2018). Análisis y evaluación del concreto ligero como concreto estructural usando como adición controlada poliestireno expandido modificado (MEPS) aplicado a una losa unidireccional para fines habitacionales. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3174>.

Lapa, R. (2020). Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo. Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/7710>.

Lituma, M., & Zhunio, B. (2015). Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23112/1/Tesis.pdf>.

Liu, N., & Chen, B. (2014). Experimental study of the influence of EPS particle size on the mechanical properties of EPS lightweight concrete. *Construction and Building Materials*, 68, 227-232. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.06.062>.

- Pinedo, J., & Verde, G. (2022). Uso de perlas de poliestireno expandido reciclado en las propiedades de un sistema de aislación en muros, en el distrito de La Esperanza, Trujillo 2022. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106270>.
- Rodríguez, M. (2023). Poliestireno expandido (EPS) en obras de ingeniería civil, experiencias frente a una problemática ambiental. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/50145>.
- Saif, V. (2019). Análisis comparativo entre ensayos destructivos y no destructivos de la resistencia del Hormigón con diferentes métodos de dosificación. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/26401>.
- Studocu. (2024). NTE INEN 0696 (2011) (Spanish): Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso. Obtenido de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-central-del-ecuador/ensayo-de-materiales/ecnte-notmativa/63322852>.
- Toro, C. (2023). Evaluación de las Propiedades del Mortero de Revestimiento Modificado con Poliestireno como Aislante Térmico. Repositorio Institucional - USS. <http://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11123>.
- Toro, E., & Villareal, G. (2019). Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón alivianado con Poliestireno expandido con relación a un hormigón de peso normal. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/26384>.
- Vascones, P. (2021). Impactos ambientales producidos por el uso de poliestireno expandido (Tecnopor) en la industria de la construcción de Trujillo, 2020. Repositorio Institucional - UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/56529>.
- Véliz, A., Brunett, G., Palma, R., & Barzola, M. (2023). El hormigón celular: Análisis y difusión a nivel industrial en Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.26423/rctu.v10i1.676>.
- Veliz, B., & Vázquez, L. (2018). Obtención de concreto ligero estructural mediante el uso de aditivos. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5719>.

Vidal, F. (2010). Caracterización y evaluación del comportamiento de hormigones livianos, usando como materia prima poliestireno expandido modificado (MEPS). Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfciv648c/doc/bmfciv648c.pdf>.



**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

**Financiamiento:**

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

**Agradecimiento:**

N/A

**Nota:**

El artículo no es producto de una publicación anterior