



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Alvites Guevara, Jheyner Willeams (orcid.org/0000-0002-0685-7684)

**ASESORA:**

Dra. Garcia Alvarez, Maria Ysabel (orcid.org/0000-0001-8529-878X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

A Dios primeramente por darme la fuerza de seguir en mi proyecto de vida, a mi madre, mi esposa, mi hijo Thiago y hermanos por ser la motivación constante para seguir creciendo profesionalmente.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias a Dios por permitirme avanzar profesionalmente en la vida, a mi familia por su comprensión y tolerancia, a la Dra. Garcia Alvarez, Maria Ysabel por su predisposición y el apoyo en el desarrollo de este trabajo.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023", cuyo autor es ALVITES GUEVARA JHEYNER WILLEAMS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo 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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 08 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ <b>DNI:</b> 21453567 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8529-878X	Firmado electrónicamente por: MGARCIALV el 01- 08-2023 18:20:57

Código documento Trilce: TRI - 0580462



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, ALVITES GUEVARA JHEYNER WILLEAMS estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
JHEYNER WILLEAMS ALVITES GUEVARA <b>DNI:</b> 46511605 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0685-7684	Firmado electrónicamente por: JALVITESGU el 08-07- 2023 23:18:20

Código documento Trilce: TRI - 0580460



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	15
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, (criterio de selección) muestra, muestreo, unidad de análisis	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos .....	22
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos Éticos.....	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES .....	61
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS .....	70

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 . Cantidad de muestras .....	20
Tabla 2. Análisis granulométrico Ag. Fino. ....	28
Tabla 3. Análisis de granulometría, agregado grueso .....	32
Tabla 4. Peso unitario suelto del agregado grueso .....	33
Tabla 5. Peso unitario suelto del agregado fino .....	34
Tabla 6. Peso unitario compactado del agregado grueso .....	34
Tabla 7. Peso unitario compactado del agregado fino .....	35
Tabla 8. Peso específico y absorción del agregado grueso .....	35
Tabla 9. Presentación de diseño en estado seco.....	42
Tabla 10. Diseño de mezcla corregido .....	43
Tabla 11. Diseño de mezcla con el 1% de perlas de EPS .....	43
Tabla 12. Diseño de mezcla con el 2% de perlas de EPS .....	44
Tabla 13. Diseño de mezcla con el 5% de perlas de EPS .....	44
Tabla 14. Diseño de mezcla con el 10% de perlas de EPS .....	44
Tabla 15. Resumen de peso por metro cubico.....	45
Tabla 16. Asentamiento de concreto dosificado.....	46
Tabla 17. Resistencia a la compresión ( $f_c$ ) .....	50
Tabla 18. Resistencia a la flexión.....	51
Tabla 19. Resistencia a la tracción.....	52
Tabla 20. Contraste de hipótesis “a” .....	53
Tabla 21. Contraste de hipótesis “b”. .....	53
Tabla 22. Contraste de hipótesis “c”.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de aplicación .....	23
Figura 2. Mapa satelital San Juan de Miraflores .....	27
Figura 3. Curva de granulometría del agregado fino .....	29
Figura 4. Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para el ensayo .....	31
<i>Figura 5.</i> Peso específico y absorción de agregado fino .....	36
Figura 6. Revenimiento y tamaño máximo de agregado .....	37
Figura 7. Revenimientos recomendados según ACI .....	38
Figura 8. Relación agua cemento en kg/m <sup>2</sup> .....	38
Figura 9. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto .....	39
Figura 10. Grado de asentamiento de concreto dosificado .....	46

## RESUMEN

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima 2023, se realizó la sustitución del agregado fino en base al volumen en porcentajes de 1%, 2%, 5%, 10%, para determinar el porcentaje óptimo para un concreto de uso estructural, se realizaron 35 ensayos como población, diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup>, se evaluó la resistencia a compresión, flexión y tracción a los 28 días, los resultados más óptimos de ser un concreto estructural según la NTP fue al 1% y 2% con valores de 242.8 y 225.8 en kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a compresión, resistencia a flexión 30 kg/cm<sup>2</sup> para el diseño patrón y con adición de perlas de poliestireno 29.11, 28.30 en kg/cm<sup>2</sup>, resistencia a tracción el resultado para el diseño patrón fue 22.89, y con perlas de poliestireno 21.27, 20.66, en kg/cm<sup>2</sup>, en conclusión el concreto con perlas de poliestireno influye de manera descendente en las resistencias mecánicas del concreto endurecido sin embargo se obtiene un concreto de tipo estructural con porcentajes de sustitución en 1 y 2 % con peso más ligero que el concreto convencional.

**Palabras clave:** Perlas de poliestireno, concreto patrón, sustituir.

## ABSTRACT

This research work aimed to determine how concrete with polystyrene beads influences the mechanical properties of lightweight concrete; for roofs in houses, Lima 2023, the substitution of the fine aggregate was carried out based on the volume in percentages of 1%, 2%, 5%, 10%, to determine the optimal percentage for concrete for structural use, 35 tests were carried out As a population, mix design 210 kg/cm<sup>2</sup>, the resistance to compression, flexion and traction was evaluated at 28 days, the most optimal results of being a structural concrete according to the NTP was at 1% and 2% with values of 242.8 and 225.8 in kg/cm<sup>2</sup> of compressive strength, flexural strength 30 kg/cm<sup>2</sup> for the standard design and with the addition of polystyrene beads 29.11, 28.30 in kg/cm<sup>2</sup>, tensile strength, the result for the standard design was 22.89, and with polystyrene pearls 21.27, 20.66, in kg/cm<sup>2</sup>, in conclusion, concrete with polystyrene pearls has a downward influence on the mechanical resistance of hardened concrete, however, a structural type concrete is obtained with substitution percentages of 1 and 2% with lighter weight than conventional concrete.

**Keywords:** Polystyrene beads, standard concrete, replace.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el mundo actual el auge de la ingeniería civil realiza una amplia diversidad de construcciones donde se aprecia la importancia del campo para seguir innovando y mejorando, las estructuras por su característica que tienen cumplen importantes funciones de soportar grandes cargas de ellas mismas como de sus elementos superiores según sea el nivel de pisos construido, de allí la idea de poder crear un diseño de concreto donde el peso sea menor que el convencional mediante la incorporación de perlas de EPS en porcentajes con el propósito de lograr un concreto más ligero.

Jaimes, García y Rondón (2020) Las construcciones mediante la aplicación de concreto se han convertido en los más utilizados a nivel mundial por sus características de resistencia en cuanto a la compresión y durabilidad, así mismo se puede definir como una mezcla de cemento, áridos, agua y aire el cual es fácil de adaptarse a cualquier tipo de uso en el campo de la rama constructiva (p. 08)

Para Arthur ( 2001, p.17 ) El producto que se asemeja a la piedra es el concreto el cual se logra obtener mediante la mezcla de arena, piedra, cemento y agua que por sus características químicas logran unir partículas convirtiéndose en una masa sólida, debido a sus componentes propios se puede lograr concretos rango amplio mediante la utilización de cementos especiales, agregados especiales ligeros y pesados, así como también se pueden añadir aditivos plastificantes, microsílíce, cenizas volantes, estas y otras propiedades que se puede lograr con el concreto y lo que se puede agregar tienen que ver con el diseño de mezcla, el cuidado en el cual se emplea cada uno de ellos y lo que se quiere lograr, en ese sentido en este trabajo de investigación se desea aprovechar las particularidades que tiene el cemento para lograr un concreto liviano incorporando perlas de EPS en distintos porcentajes para determinar su uso estructural.

Para Guzmán, Alemán y Rodríguez (2021) El concreto es uno de los materiales de mayor uso en el mundo de hecho en los años 1990 y 2004 se duplicó su consumo alcanzando 330 millones de metros cúbicos en el año 2004, así mismo se ha hecho el empleo de diferentes sustitutos para la preparación de concreto los cuales brindan diferentes propiedades físicas y mecánicas respecto al concreto tradicional (p.02).

En ese sentido mediante investigaciones se valida que es posible conseguir concretos más ligeros mediante la sustitución de algún componente de menor densidad el mismo que será de características más ligeras, para el caso esta investigación mediante la sustitución del agregado fino en porcentajes que serán reemplazados por perlas de poliestireno (EPS). Así mismo desde muchos años a nivel mundial venimos sufriendo grandes pérdidas económicas en algunos casos daños irreparables causados por movimientos sísmicos que afecta principalmente las viviendas construidas en material noble el cual son las más preferidas por sus características de estética y consistencia que permite construir más de un nivel, sin embargo, terminan sufriendo daños causados por exceso de carga, en vista de múltiples peligros al que estamos expuesto muchos especialistas vienen investigando para construir estructuras más livianas teniendo en cuenta que no afecten su criterio de diseño y función para el cual fueron fabricados para de esta manera poder contribuir y tratar de disminuir en la medida posible la gravedad buscando construir viviendas livianas empleando materiales que permitan no sobrecargar la estructura y que eviten el debilitamiento de la vivienda ya que el mismo peso acumulado repercutirá con grandes cargas al suelo en ese sentido este trabajo busca un diseño de concreto que brinde menor peso por metro cubico.

El INEI en su resultado publicado en el mes de agosto 2018 indico que el 56.4 % de viviendas a nivel nacional son de material estructural de concreto y acero, el 27.9 % de material adobe o tapia, 6.3 % en extremas condiciones quincha, piedra, barro, triplay, calamina o estera, en ese sentido se deduce la preferencia por realizar construcciones en material noble, el cual motiva a seguir investigando respecto a construcciones de concreto (p. 25,30,34).

Guzmán et al. (2021) en su artículo de revisión literaria realizó un análisis de investigaciones respecto a concretos ligeros mediante el uso del poliestireno agregado en la mezcla, el cual cuya finalidad es de obtener concretos que puedan ser aplicables a elementos estructurales, además mencionan que el uso del poliestireno en el concreto trae beneficios como la disminución de peso en comparación con el concreto patrón, así como también como trabajabilidad, por otro lado precisan que el uso de perlas de poliestireno puede ser usado para su empleo en elementos estructurales y no estructurales dependiendo del porcentaje de sustituto que se aplica con la finalidad de evitar afectar su funcionalidad por el cual está diseñado, para ello depende el porcentaje de que se sustituya al agregado grueso o agregado fino (p.04).

No obstante, por múltiples necesidades de cada familia se dan en la obligación de ampliar las construcciones en sus viviendas sin embargo el peso excesivo de las cargas repercute al debilitamiento estructural de manera progresiva ya que muchas de las veces no se considera ningún reforzamiento, tampoco reparación a los daños causados por el exceso de peso debido a sus costos elevados, motivo por el cual esta investigación tiene como propósito lograr concretos más ligeros mediante la incorporación de perlas de poliestireno para ser empleado en techos de viviendas.

Luego de revisar información respecto a las variables concreto con perlas de poliestireno y propiedades mecánicas de concreto liviano se planteó la siguiente pregunta como problema general ¿De qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023?, considerando problemas específicos a los siguiente: a) ¿ De qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la compresión del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023?, b) ¿ De qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la flexión del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023?, C) ¿De qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la tracción del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima 2023?.

Para ello se tuvo como objetivo general, Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023, para lograr el objetivo general se consideró como objs. específicos: a) Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la compresión del concreto liviano; para para azoteas en viviendas, Lima, 2023 b) Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la flexión del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023, c) Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la tracción del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023.

## **II. MARCO TEÓRICO**

Torres y Arias (2018), realizó su investigación en Ecuador respecto al comportamiento de losas livianas de hormigón convencional mezclado con perlas de EPS teniendo como objetivo encontrar el porcentaje adecuado de incorporación de poliestireno así como evaluar su comportamiento, para ello realizó una investigación de tipo experimental realizando ensayos de laboratorio a 7-14 y 28 días en diferentes porcentajes de EPS sustituyendo el agregado fino, por otro lado precisa el uso de un aditivo de nombre Sikament 115 superplastificante con la finalidad de evitar la segregación del poliestireno en la mezcla, en cuanto a las dosificaciones empleo porcentajes de 1%, 2%, 3% sustituyendo el volumen del agregado fino el cual sus resultados promedios fueron de 106.49, 181.87, 57.32kg/cm<sup>2</sup> aplicando el poliestireno con densidad de 10kg/m<sup>3</sup> y diámetro de 4 milímetros, tamaño de piedra 3/8 asimismo su diseño de concreto 240kg/cm<sup>2</sup>, el cual se puede observar que el mayor número obtenido fue con la aplicación del 2% de poliestireno (p.7, 72 y 74)

Arboleda y Salazar (2020), en Colombia realizó su trabajo de investigación de diseño de mezcla de concreto con perlas de poliestireno (EPS) con la intención de poder evaluar su resistencia frente a diferentes porcentajes de EPS, su diseño fue de enfoque cuantitativo, así mismo tuvo como propósito conocer si el concreto aligerado con perlas de poliestireno se puede aplicar de manera estructural o no, El cual sus resultados a la compresión a los 28 días fue de 0% 4050 psi, 3% 3260psi, 5% 3180 psi, 7%3010 psi su diseño de mezcla fue de 21 MPa, respecto a ello concluye que el concreto mantiene buena resistencia al 3% de sustitución, en ese sentido se puede observar que el mejor resultado que habría obtenido en kg/cm<sup>2</sup> es de 229.2 teniendo en cuenta que un psi equivale a 0.070307.

Ticona (2021) en su tesis realizado en Cañete respecto a la incorporación de poliestireno sustituyendo porcentajes de 6,12, 18% en base al volumen del concreto, en el cual su diseño patrón fue de 280kg/cm<sup>2</sup> con el propósito de evaluar cómo influyen las perlas de EPS en la resistencia a compresión su estudio fue de tipo aplicada, método cuantitativo y diseño experimental mediante una población y muestra de 36 probetas, lo cual realizó

roturas a 7-14 y 28 días, el cual sus resultados a los 7 días fueron de 201.60, 256.12, y 285.12 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente así como sus resultados a los 14 días fueron de 200.43, 253.81, 283.70 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por ultimo a los 28 días obtuvo resultados de 196.30, 280.80, 281.38 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, teniendo en cuenta que tuvo resultados similares en pruebas realizadas al concreto convencional donde obtuvo 206.93, 257.89, 289.98 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por otro lado indica que usó el poliestireno de densidad de 10kg/m<sup>3</sup> como también señala que un balde de 20 litros es equivalente a un kg de perlas, finaliza recomendando su uso en pavimentos rígidos incorporando porcentajes menores al 18% (p. 3 y 27)

Chuquizapon y Ibáñez (2020), realizó su investigación en Trujillo concerniente a densidad de perlas de poliestireno con la finalidad de poder evaluar el costo, peso, Slump, resistencia a compresión y también flexión de concreto ligero para uso estructural en losas de poco peso, para ello realizó un estudio de tipo experimental el cual su mezcla fue diseñado en base a 210 kg/cm<sup>2</sup> y perlas de EPS en densidad de 21.12kg/m<sup>3</sup>, sustituyó el arena en porcentajes de 15 %, 30 %, 45 %, 50 %, 60 % en base al volumen del arena, para sus pruebas de laboratorio realizo probetas de diez centímetros de ancho por veinte centímetros de altura el cual sus resultados fueron 370, 331, 281, 261, 238 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente finaliza indicando que la resistencia más elevada que logro fue de 370 kg/cm<sup>2</sup> con el 15% de sustitución de EPS y un mínimo de 238 kg/cm<sup>2</sup> con la sustitución del 60% teniendo en cuenta que la resistencia máxima de su concreto patrón fue de 412 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo por lo concerniente a flexión, sus resultados fueron 55, 48, 46, 44, 41, 38 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, el cual finaliza indicando que todos sus probetas pasan la resistencia menor según rige la norma E-060 el cual esta apto para su empleo en la construcción de viviendas (p.24, 75, 147).

Chuquilin (2018) cuya investigación fue realizado en Trujillo concerniente a influencia de porcentajes de perlas de EPS para evaluar el peso, resistencia a compresión como también el asentamiento del concreto liviano estructural para losas ligeras, diseño cuasiexperimental y en base a  $210\text{kg/cm}^2$ , para ello realizó la sustitución del 0 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 % de perlas de poliestireno (EPS) en base a la sustitución del volumen del arena con por perlas de EPS a una densidad de 21.12 kilogramos por metro cubico de los cuales lo realizó en probetas de 30 cm de altura por 15 centímetros de ancho donde sus resultados fueron de 283, 276, 264, 256, 242, 222 en  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente, resaltando que todos sus resultados son mayores a la resistencia mínima según reglamento, sin embargo resalta el mejor resultado obtenido al 40% con sustitución de perlas de EPS ya que obtuvo un asentamiento de diez centímetros, peso unitario de  $20157\text{kg/m}^3$  el cual es un valor menor al peso del concreto convencional que oscila de 2200 a 2400 kg por lo que demuestra ser un concreto más liviano, adicionalmente la resistencia a la compresión se encuentra en el rango para uso estructural según norma peruana (p.35,80 y 82).

Ventura (2021) realizó su investigación en Chiclayo respecto a la influencia en cuanto a su resistencias físicas y mecánicas de concreto para losas ligeras, su diseño de investigación fue aplicada, así mismo su población y muestra fue de 226 ensayos a 7,14 y 28 días así mismo menciona la adición de perlas de poliestireno al diseñar su mezcla de los cuales sus resultados respecto a resistencia del concreto a compresión para su concreto patrón fue de  $213.99\text{ kg/cm}^2$ , y para su dosificación con poliestireno en porcentajes de 5%, 10%, 15%, y 20% sus resultados en  $\text{kg/cm}^2$  fueron de 2131.99, 216.45, 218.65, 223.33, 228.33 respectivamente, así mismo sus resultados con respecto a flexión para su concreto patrón fue de  $23.29\text{ kg/cm}^2$ , y con adición sus resultados fueron para el 5% 23.60, para el 10% 24.20, para el 15% 24.74, y para el 20% 25.82 en  $\text{kg/cm}^2$ , se observa que aumenta su resistencia a medida que adiciona las perlas de EPS.

Reto y Sanabria (2021) realizaron su tesis en la ciudad de Lima, el cual consistió en una propuesta para uso de concreto liviano estructural con perlas de EPS como mejora a la respuesta en sismos de un sistema de albañilería donde sus objetivos específicos fueron, la formulación y preparación de mezclas de concreto liviano incorporando diferentes dosis de perlas de EPS, evaluación de su desempeño y evaluación comparativa de costo beneficio comparando con el sistema tradicional, en su metodología indica que el nivel de investigación según amerita su trabajo es de tipo descriptivo así mismo su enfoque es cuantitativo y diseño experimental así mismo su incorporación lo realizó en proporciones de 16 %, 26 % y 36 % de porcentaje de perlitas de poliestireno con la finalidad de encontrar su porcentaje ideal, su diseño de muestra fue de 280 kg/cm<sup>2</sup>, por lo consiguiente para su muestra y población realizó 89 probetas de diez centímetros de diámetro y veinte centímetros de altura considerando 27 probetas cilíndricas por cada diseño, el cual en su diseño de mezcla incluye un aditivo superplastificante en dosificaciones de 0.5 a 1.5 % a mayor EPS mayor aditivo, para su diseño empleo perlas de poliestireno a densidad de 10kg/m<sup>3</sup>, el cual al analizar su resistencia a compresión a los veintiocho días al 16 % de perlas fue de 240kg/cm<sup>2</sup> y 20.51 kg/cm<sup>2</sup> de tracción diametral, respectivamente con el 26 % de perlas a los veintiocho días obtuvo como resultado a compresión de 133.5 kg/cm<sup>2</sup> y con respecto a la tracción diametral obtuvo 15.45, finalmente con el 36% de perlas obtiene 80.90kg/cm<sup>2</sup> de compresión y 1900 kg/cm<sup>2</sup> de tracción diametral, el cual concluye mencionando que la resistencias mecánicas disminuyen debido a los vacíos en el concreto a mayor perlas menor resistencia, sin embargo recomienda su uso en viviendas familiares debido al poco peso, así como también sugiere realizar pruebas con menores porcentajes de perlas de poliestireno (p.15,35, 58 y 73).

Barreto y Chávez (2021) realizaron su investigación en SJL. Lima, el cual tuvieron como objetivo analizar y comparar las propiedades física y mecánica del concreto con perlas de EPS y porcelanato para ello su diseño fue de 210 kilogramos por centímetro cuadrado, su metodología fue aplicada, diseño experimental, enfoque cuantitativo, asimismo en total de su población fue 264 ensayos para ser evaluados a 7, 14, 28 días con dosificaciones de

perlas de EPS y porcelanato en 0%, 1 %, 2 %, 3 %, 4 %, 5 %, incorporando al agregado G. para comparar sus resistencias respecto a compresión, tracción y flexión de los cuales sus resultados para el diseño patrón fue de 248kg/cm<sup>2</sup>, tracción 25.3 kg/cm<sup>2</sup>, flexión 49 kg/cm<sup>2</sup>, con incorporación de porcelanato su consistencia a compresión en kg/cm<sup>2</sup> fue de 252.9, 267, 272.5, 288.8, 269.6, respectivamente, así mismo sus resultados respecto a resistencia a tracción en kg/cm<sup>2</sup> fue de 26.7 kg/cm<sup>2</sup>, 26, 26, 25,23 prosiguiendo con sus resultados de resistencia en cuanto flexión en kg/cm<sup>2</sup> obtuvo 47, 44.5, 45, 37.5, 33 por otro lado sus resultados respecto a la adición de perlas de EPS para compresión en kilogramos por centímetro cuadrado fueron de 173.9, 156.7, 114.6, 51.8, 40.5, así mismo sus resistencia atracción en kg/cm<sup>2</sup> fue de 20.3, 19.3, 15.3, 9, 8.3 respectivamente, prosiguiendo con sus resultados de resistencia a flexión en kg/cm<sup>2</sup> fue de 37.5, 36, 34.5, 23, 22 respectivamente, concluye indicando que el porcelanato influye favorablemente en las resistencias física y mecánica frente a su diseño patrón ya que obtuvo hasta un 16% de incremento en resistencia a compresión con un 4% de incorporación así mismo incremento un 5% en su resistencia a tracción (p.10, 107).

Enciso (2020) realizó ensayos de laboratorio en la ciudad de Cusco respecto al concreto elaborado con EPS para medir resultados en cuanto a compresión, flexión, tensión directa, así como también el módulo de elasticidad para ello realizo 36 moldes para laboratorio con el objetivo de poder analizar la propiedad mecánica del concreto liviano incorporando EPS para la edificación de casas familiares en la ciudad del cusco considerando porcentajes de 5, 15, 30% con edades a 7, 14 y 28 días en el cual sus resultados a los veintiocho días con respecto a la compresión fue de 200.92 kg/cm<sup>2</sup> en porcentaje del 5% de poliestireno, 195.47kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 15% de poliestireno y 170.19kg/cm<sup>2</sup> con él 30% en sustitución del agregado fino por EPS, considerando que su diseño fue de 210kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado sus resultados con respecto a la flexión a los 28 días fue de 18.58, 18.03, 15.31kg/cm<sup>2</sup> con la aplicación del poliestireno a mayor porcentaje menor valor obtenido teniendo en cuenta que su resultado patrón fue de 19.88kg/cm<sup>2</sup>, finaliza recomendando su aplicación de perlas de

poliestireno para aligerar estructuras de viviendas familiares, así como también recomienda realizar nuevos estudios con porcentajes menores al 5% con la finalidad de evaluar nuevos resultados para su uso en la construcción (p.03,50 y 69)

Arzapalo (2020) en Lima realizó una evaluación respecto a cómo influye las perlas de EPS en el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> de tipo experimental con enfoque cuantitativo con el objeto de obtener resultados y comparar con otros autores, para ello realizó un total de 24 muestras para comprobar su resistencia cilíndrica a la compresión en laboratorio en tiempos de 7 – 14 y 28 días con porcentajes de perlas de poliestireno en 10,20,30% reemplazando el agregado grueso donde obtuvo resistencias a la compresión de 208,199 y 181kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, teniendo en cuenta que su concreto sin EPS alcanzo 223 kg/cm<sup>2</sup>, finaliza indicando que su uso puede ser de acuerdo a lo estipulado por la Norma E-060, en ese sentido puedo interpretar que en la norma indica 17Mpa como mínimo (cap. 22.2.5) para concreto con fines estructurales, por lo que sus resultados estarían dentro lo estipulado (p.20,30 y 33).

Por otro lado en su revista publicado por el Instituto Tecnológico superior de Cajame, México (2021) precisa que el concreto liviano viene a ser semejante al concreto convencional con la diferencia de tener una característica de menor densidad, el cual para su obtención se requiere el uso de agregados ligeros, así mismo tuvo gran interés por investigadores desde muchos años atrás donde se obtuvo el primer concreto ligero en los años 1924 desarrollado por el investigador Erickson donde logro obtener un concreto ligero con el uso de sílica , mezclas de arcilla y cal, posteriormente se vienen realizando investigaciones respecto aligerantes para su uso en construcciones de viviendas como las perlas de poliestireno, espumas de poliuretano, fibras PET, piedra pómez, y otros que al incorporarlos al concreto puedan lograr cambios de menor peso (p.53).

Vakhshouri y Nejadi (2018) en su artículo de diseño de mezcla y propiedades mecánicas con perlas de poliestireno indican que el concreto liviano elaborado con (EPS) es un material que se viene usando de manera frecuente en diversas aplicaciones estructurales como también no estructurales desde que fue desarrollado por vez primera hace un aproximado de 60 años, pero el efecto dado por los nuevos aditivos y materiales para mejorar su mejor rendimiento y resistencia mecánica no se vienen investigando de manera adecuada, en ese sentido como investigador busco encontrar el porcentaje adecuado con la incorporación de EPS para su uso de manera estructural.

ANAPE (asociación nacional del poliestireno expandido) las perlas de poliestireno también conocido como EPS, Airpop, en la construcción suele usarse por su característica de ser ligeras debido a su composición del 98% de aire y 2% de plástico según su ficha técnica, por otro lado, indica su fácil manipulación debido a su poco peso, facilidad para poder transportarlo, no es corrosivo, no le ataca los hongos. Así mismo Etsa Perú menciona en su página que las perlas de EPS tienen densidades de 10 a 30 kg por metro cubico, por sus características de ligereza se puede usar para rellenos, mueblerías, almohadas, para aligerar morteros, son características esenciales de las perlas de EPS, sin embargo, no indica su dosificación para uso estructural, motivo por el cual en esta investigación se busca encontrar un porcentaje adecuado del polímero sustituyendo al agregado fino para su uso estructural.

### **III. METODOLOGÍA**

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### 3.1.1. Tipo de investigación.

La investigación fue básica y de acuerdo con Vargas (2009, p.05), (como se citó en Cívicos y Hernández, 2007, padrón, 2006) la investigación básica se ocupa de realizar un estudio sin realizar la aplicación inmediata, sin embargo, se debe tener en cuenta que a partir de sus resultados obtenidos pueden surgir nuevos avances.

En tal sentido en este trabajo se realizó un diseño de mezcla con la sustitución del agregado fino en porcentajes de perlas de EPS cuyos resultados obtenidos servirán para contrarrestar otros resultados y ser un avance en la investigación sin embargo no tendrá una aplicación inmediata en la construcción dado a que se está buscando el porcentaje adecuado que demuestre una resistencia óptima.

#### **Nivel de investigación.**

Explicativo ya que según Arias Fidias (2012), responde al porqué de la interrogante que nos planteamos como investigadores, así como también podemos conocer el porqué de un hecho o fenómeno de la realidad puede tener tales o cuales características (p. 26).

Así mismo este trabajo es explicativo debido a que permite evaluar las dos variables y a la vez busca el enlace entre las mismas para poder determinar y explicar cómo las perlas de poliestireno repercuten en las propiedades mecánica del concreto en su estado endurecido.

### **Enfoque de investigación.**

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018) el enfoque cuantitativo refiere a conteos numéricos que mediante métodos matemáticos se logra comprobar ciertos resultados (p.44).

Así mismo para el desarrollo de este trabajo se realizó mediante la recolección de datos numéricos tanto para el diseñar la mezcla como para los resultados, motivo por el cual corresponde a un enfoque cuantitativo.

### **Diseño de investigación**

El diseño del presente trabajo fue cuasi experimental, de acuerdo a Hernández y Mendoza (2018) se manipulan de manera deliberada por lo menos una variable independiente con la intención de conocer su efecto en la variable dependiente, es decir son similares a los experimentos excepto en que los sujetos no se asignan de manera aleatoria, así mismo refiere que la imposibilidad de asignar al azar se debe a que los grupos ya están conformados antes de realizar el trabajo experimental (p.212).

Respecto a ello para el desarrollo de este trabajo no se realizó de manera aleatoria sino más bien por conveniencia ya que se eligió 15 ensayos para resultados a compresión, 10 ensayos a flexión y 10 ensayos a tracción.

### 3.2. Variables y operacionalización

Según ARIAS, José, (2021, p.05). Consiste en poder desagregar mediante técnicas y métodos de manera deductiva aquellas variables que están compuestas por el problema de una investigación, asimismo en este trabajo se tiene la variable dependiente e independiente las cuales se muestra en lo siguiente.

- **Definición conceptual variable dependiente.**

En este caso la variable de estudio no se manipula es decir los valores son consecuentes o son dependientes de la variable independiente el cual se miden para conocer el efecto en ello (Hernández y Mendoza, 2018, p.196)

- **Propiedades mecánicas del concreto liviano**

La resistencia mecánica del concreto en su estado endurecido es la capacidad para soportar las fuerzas externas sin producir agrietamiento alguno, así mismo indica que el concreto internamente está sometido a diferentes esfuerzos, por el cual es importante tener en cuenta que su resistencia mecánica debe estar garantizada para ser colocado en una estructura (Manual Aceros Arequipa, 2020, p.02).

Es por ello en este trabajo se busca determinar cómo influye las perlas de EPS en las propiedades mecánicas de concreto en su estado endurecido tanto en resistencia a la compresión, flexión y tracción.

- **Definición conceptual variable independiente.**

Es aquella variable el cual es el interés de un investigador el mismo que controla o manipula con la finalidad de conocer los efectos que se generan en la variable dependiente (Hernández y Mendoza, 2018, p.192).

- **Concreto con perlas de poliestireno.**

Las perlas de poliestireno es un producto ligero, de baja absorción de agua, el cual su composición según ANAPE es el 98% de aire y 2% de plástico, la finalidad del mencionado material en este trabajo es conseguir concretos más livianos que pueda repercutir a un menor peso por metro cúbico que el concreto usado de manera convencional.

- Definición operacional

Para la realización del trabajo se efectuó mediante las tablas del ACI 211 el cual permiten seguir un procedimiento ordenado para lograr las cantidades óptimas para cada agregado y poder ver sus efectos del mismo, en ese sentido para el desarrollo de este presente se dio inicio por los trabajos en laboratorio el cual consistieron en obtener resultados del tamaño máximo de los agregados, peso unitario y específico, absorción, humedad, el cual mediante ello se dio inicio al diseño de mezcla para el concreto patrón así como con sustitución por perlas de EPS en los porcentajes de 1%, 2%, 5%, 10%, el cual fue realizado en base al volumen del arena, seguidamente se dio pase a elaborar los ensayos para resistencias a compresión, flexión, tracción, el cual se realizaron las pruebas en laboratorio a los 28 días midiendo las capacidades de resistencias de cada espécimen mediante una máquina que ejerce fuerza hasta lograr romperlo.

- Indicadores. Para efecto del mismo se consideró como indicadores el revenimiento, contenido de aire, tamaño de los agregados, relación a/c, dosificación al 1%, 2%, 5%, 10%, así mismo para los resultados se tomó en cuenta el área de las probetas, las cargas de cada uno, el largo de viga, altura y diámetros cilíndricos.
- Escala de medición. La escala para este trabajo corresponde a la razón ya que se caracteriza por un inicio y un final considerando el cero absoluto para medir las resistencias numéricas de cada uno de los ensayos.

### 3.3. Población, (criterio de selección) muestra, muestreo, unidad de análisis

#### **Población.**

Según Moran y Alvarado (2010) Es el universo de personas u objetos del cual se desea conocer algo en una investigación (p.62).

Para este caso de la presente investigación, la población fue de 35 ensayos de los cuales 15 son para resistencia compresión, 10 a tracción, 10 a flexión en diferentes porcentajes 0 %, 1 %, 2 %, 5 %, 10 % incorporando perlas de poliestireno, buscando comparar resultados más cercanos con otros autores y encontrar el porcentaje con el que se podría emplear en la construcción de viviendas.

#### **Muestra.**

Según Moran y Alvarado (2010) Es el subgrupo de una población de los cuales se recolectan los datos correspondientes el mismo que será representativa a la población (p.62)

Para el proyecto de investigación se empleará todos los elementos de la población es decir la muestra será 35 ensayos de concreto a compresión, tracción y compresión incorporados con perlas de EPS al 0%, 1%, 2%, 5%, 10%. Distribuido según la siguiente tabla.

Tabla 1 . *Cantidad de muestras*

Cantidad de ensayos elaboradas con porcentajes de perlas de poliestireno			
Tipo ensayo	EPS	cantidad/ensayo	Promedio/Ensayos
Compresión	0 %	3	15
	1 %	3	
	2 %	3	
	5 %	3	
	10 %	3	
Tracción	0 %	2	10
	1 %	2	
	2 %	2	
	5 %	2	
	10 %	2	
Flexión	0 %	2	10
	1 %	2	
	2 %	2	
	5 %	2	
	10 %	2	
<b>TOTAL</b>			<b>35</b>

De acuerdo a lo mencionado se muestra el total de la población el cual asciende a 35, así mismo la cantidad de ensayos para las tres resistencias mecánicas.

### **Muestreo.**

Para este estudio se realizó un muestreo no probabilístico ya que, según (Moran y Alvarado, 2010, p. 62), los sujetos son seleccionados a interés del investigador, así mismo en este trabajo hay conveniencia y la selección de la muestra no se realizó al azar.

Criterio de inclusión: esta investigación realizara un diseño de concreto liviano con perlas de EPS de los cuales se eligió este producto para sustituir el agregado fino de manera porcentual debido a sus características de poco peso, ligereza, durabilidad y se adhiere con facilidad a los agregados.

Unidad de análisis. Ensayos cilíndricos y vigas rectangulares influenciados con perlas de EPS.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Según Kaseng, y Guillen (2014, p.200), una vez definido el diseño de investigación se da pase a realizar la recolección de los datos para poder darle solución a los problemas, el cual los procesos más usados para esta finalidad se pueden dar mediante el uso de la medición, la observación, la encuesta, etc.

En ese sentido en el presente trabajo la técnica que se empleó para la recolección de datos fue la observación y medición, en el cual la medición es empleada para el manejo intencional de la variable concreto liviano con perlas de EPS que permitió incorporar porcentajes diferentes y la observación permitió evaluar el comportamiento de resistencias mecánicas del concreto en su estado endurecido con la incorporación de perlas de EPS.

El instrumento que se usó en este proyecto de investigación fue la guía de observación con la intención de controlar la incorporación de perlas de poliestireno y poder observar los cambios en el concreto respecto a la compresión, tracción y flexión, así mismo para la determinación de hipótesis de este trabajo se hizo uso del programa IBM SPSS, El cual fue de mucha importancia para la contratación de las hipótesis ya que mediante ello me permitió realizar el nivel de significancia para que según los resultados poder determinar si es una hipótesis nula o alternativa.

### 3.5. Procedimientos

Para la determinación de la secuencia se realizó mediante la norma ACI 211 el cual establece el procedimiento para poder llegar al diseño de mezcla, para ello se inició por la recolección de datos primeramente para las perlitas de poliestireno el cual después de su revisión mediante su ficha técnica y por las características de ligereza que tiene se determinó sustituir al agregado fino, en segundo lugar se determinó los porcentajes que se debe sustituir, para ello se revisó información de tesis anteriores que han realizado pruebas de laboratorio y evaluado su resistencias mecánicas del concreto mediante la aplicación de perlas de EPS en diferentes porcentajes y densidades, en ese sentido se definió que el porcentaje a usar seria 0%, 1% 2%, 5%, 10% para determinar con cuál de los porcentajes se puede lograr un concreto liviano de uso estructural, luego se determinó el diseño de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>, posteriormente se llevó a laboratorio el diseño de mezcla para iniciar por la realización de la granulometría, pesos específicos, etc. de los agregados según normativas, para obtener resultados según la dosificación que se tuvo planeado y finalmente hacer comparaciones mediante gráficos y barras de Excel, según se muestra en el siguiente esquema.

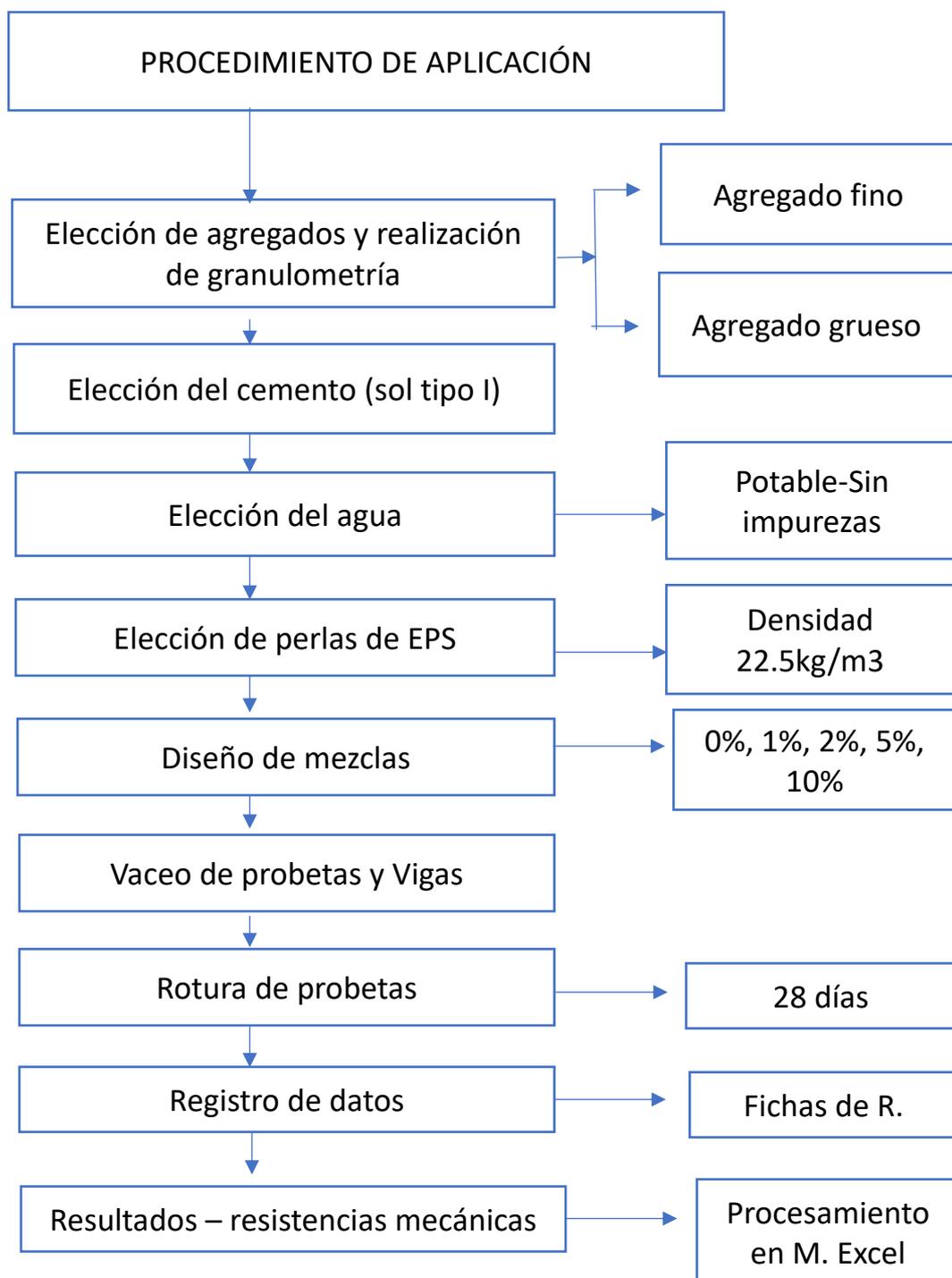


Figura 1. Procedimiento de aplicación

La figura en mención describe de manera esquemática la secuencia de desarrollo del trabajo.

### 3.6. Método de análisis de datos.

El proyecto de investigación tuvo principalmente como función alcanzar muestras confiables de los ensayos el cual fueron realizado en laboratorio, para ello se obtuvo los agregados, piedra chancada y arena gruesa de la cantera Trapiche-Carabayllo y cemento portland tipo I de fuentes confiables, para la adquisición de perlas de EPS se obtuvo de la empresa Distribuid. Iquitos en sacos de 2 kilogramos con densidad de 22.5 kg/m<sup>3</sup>. Para la obtención de datos se realizó mediante anotaciones en observación directa con la finalidad de obtener el valor de cada experimento que se realizó en el laboratorio, el cual fue de vital importancia para las conclusiones así como también contrarrestar con hipótesis surgidas en la elaboración de la investigación, para la obtención de estos valores se usó equipos de laboratorio como la prensa hidráulica el cual brindo un resultado de resistencia a la compresión, así como también la balanza permitió obtener el peso del mismo, por otro lado es preciso mencionar que también se midió su asentamiento mediante el cono de abrams el cual fue llenado en tres capas y chuseado con una vara de acero en 25 veces por capa para luego se quitó el cono de abrams y se realizó la medida con la ayuda de una wincha para evaluar el grado de fluidez de la mezcla. Se realizo 35 probetas de los cuales 15 fueron ensayos a compresión, 10 unidades a tracción y 10 unidades a flexión, con incorporación de perlas de poliestireno (EPS) con diseño 210 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, cabe mencionar se realizó la evaluación de su resistencia a los 28 días en diferentes porcentajes de perlas de EPS sustituyendo el volumen del agregado fino, con la finalidad de encontrar el porcentaje óptimo para su uso en elementos estructurales de viviendas, teniendo en cuenta la resistencia mínima de 17Mpa. según indica la norma peruana E-060.

### 3.7. Aspectos Éticos.

En este trabajo de investigación el proyectista fue el autor de los ensayos que se realizó, así como también se respetó mediante referencias los derechos de autoría con respecto a la información empleada respetando los márgenes éticos de la escuela profesional de ingeniería civil de la UCV, así como demostrando la honradez y educación del cual cada uno se caracteriza ante la sociedad, afirmo la originalidad de cada uno de los resultados logrados.

#### **IV. RESULTADOS.**

Aspectos generales del proyecto.

Este trabajo fue realizado acorde a las condiciones de clima del distrito de San Juan de Miraflores departamento de Lima, cual forma parte de los 43 distritos que lo conforma la capital del Perú, ubicado en la parte sur de Lima, altura del km 15 de la Panamericana sur, colinda al norte con el distrito de la Molina y al sur con el distrito de Villa el Salvador.



Figura 2. Mapa satelital San Juan de Miraflores

Descripción del proyecto.

La obtención de los agregados piedra y arena gruesa fueron obtenidos de la cantera Trapiche ubicado altura del cruce de la Avenida Chillón con la Avenida Isabel Chimpu Ocllo, Distrito de Carabayllo.

Los agregados se definen como un conjunto de partículas que por sus características pueden tener un origen natural o artificial, el agregado grueso por su parte es retenido en el tamiz 4,75 milímetros N.º 4 el cual es obtenido de la desintegración mecánica o natural de roca, por otro lado, la arena gruesa proviene de la desintegración natural que pasa el tamiz de 9.5mm (3/8") y es retenido en el tamiz 74 µm, número 200. (NTP 400.037, p.12)

### Módulo de finesa del agregado fino.

Se mide mediante la suma de porcentajes acumulados retenidos en los tamices y dividiendo entre 100, según la ASTM C 136 no se puede tener una finesa modular menor de 2.3 ni mayor a 3.1.

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ acumulados retenidos (\# 4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100)}}{100}$$

En base a lo mencionado se realizó el análisis de granulometría del agregado fino (A.F.) para el cual se obtuvo de la cantera Trapiche para luego hacer el respectivo análisis según la NTP 400.037, continuando con el proceso se realizó el pasado de arena por los tamices según tamaño, número de orden y según lo establece la NTP 400.012, luego se realizó el agitado de los tamices de manera manual, para lograr que se pueda filtrar solo el agregado requerido, luego sin derramar se procedió a realizar el pesado del material obtenido.

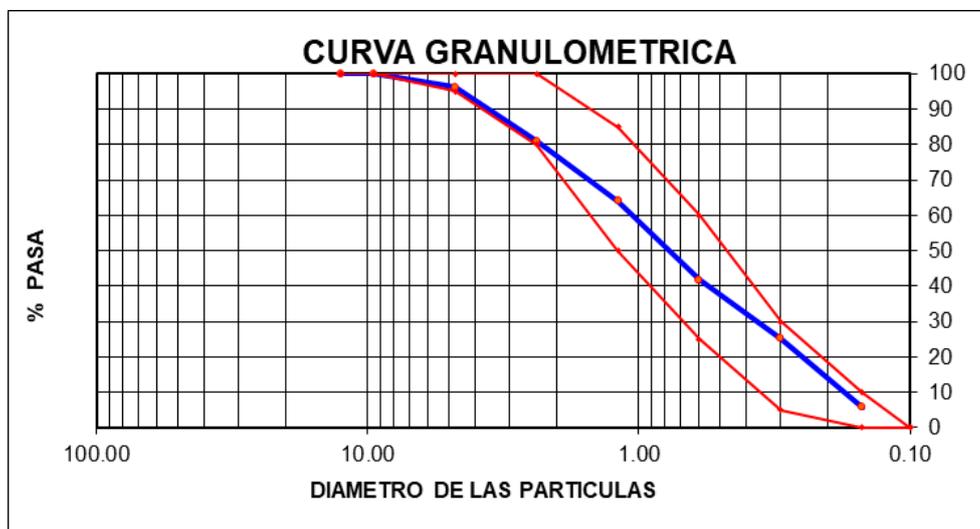
Según la norma ASTM indica el módulo de finesa no menor a 2.3 y no mayor a 3.1, el cual como se puede apreciar en la siguiente tabla el módulo de finesa es 2.86 el cual está en el rango, calculado de la siguiente manera.

$$MF = \frac{0 + 0 + 3.9 + 19.1 + 35.9 + 58.2 + 74.9 + 94.2}{100} = 2.86$$

Tabla 2. Análisis granulométrico Ag. Fino.

MALLA	ABERTUR A (mm)	MATERIAL RETENIDO (gr)	MATERIAL RETENIDO (%)	% ACUMULADOS		ESPECIFICACION ES ASTM C-33
				Retenido	Pasa	
1/2"	12.5	0	0	0	100	
3/8"	9.5	0	0	0	100	<b>100</b>
Nº 4	4.76	32	3.9	3.9	96.1	<b>95 - 100</b>
Nº 8	2.38	126.2	15.2	19.1	80.9	<b>80 - 100</b>
N.º 16	1.19	138.9	16.8	35.9	64.1	<b>50 - 85</b>
N.º 30	0.6	185.2	22.3	58.2	41.8	<b>25 - 60</b>
N.º 50	0.3	138.6	16.7	74.9	25.1	<b>0.5 - 30</b>
N.º 100	0.15	160.4	19.3	94.2	5.8	<b>0 - 10</b>
FONDO		47.8	5.8	100	0	

La tabla en mención muestra valores de forma horizontal y vertical el cual permite interpretar que el tamaño máximo que logro pasar fue en el numero 4 el cual corresponde a 4.76 mm, ya que según el ASTM C33 en el valor 100 de la malla 3/8 no se obtiene retención de material por lo mismo que pasa al 100 %, así mismo cabe mencionar que para calcular los valores se realizó teniendo en cuenta la muestra tomada de 829.1 gramos que restado con la suma de pesos retenido se obtiene 47.8 gramos, luego para el porcentaje retenido se calculó mediante 47.8 en gramos entre el peso inicial por 100, finalmente el acumulado retenido se realizó mediante la sumatoria de valores teniendo en cuenta que se debe llegar a 100.



*Figura 3.* Curva de granulometría del agregado fino

En la figura se muestra la línea de color azul representa la curva granulométrica entre los porcentajes que pasan y la abertura del del tamiz el cual se encuentra en el rango permitido entre el límite inferior y el límite superior en líneas de color rojo según la norma ASTM C33

Asimismo, se procedió a realizar el porcentaje de humedad mediante la NTP 339.185 el cual es la cantidad obtenida que se muestra en forma de porcentaje y se da al realizar la prueba de humedad del total de evaporización del agregado fino y grueso por secado en estufa.

Para efectuar el cálculo de porcentaje de humedad se requirió el uso de materiales y equipos los cuales son: piedra chancada y arena gruesa en su estado natural con el contenido de agua en lo natural provenientes de la cantera Trapiche, de laboratorio se usó una estufa que mantiene la temperatura a 110°C, balanza, recipiente para la muestra (platón de material aluminio), cucharón de metal.

Para el cálculo de contenido de humedad se realizó según la (NTP 339.185, p.9).

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

P: Contenido total de humedad en (%)

W: Peso húmedo de la muestra (gr)

D: Peso seco de la muestra (gr)

Respecto al procedimiento de los agregados tanto arena gruesa como piedra chancada se realizó el peso de masa de la muestra tanto para la arena gruesa como para la piedra chancada en el medidor de 0.1% de sensibilidad, luego se puso el material en el horno a una temperatura de 100°C por un lapso de 24hs, pasado el tiempo se retiró la muestra del horno protegiendo las manos con guantes de cuero, luego se dejó enfriar a temperatura ambiente para luego realizar el pesado luego de estar frío, de esta manera se pasó a calcular el % de humedad el cual la ecuación se muestra en lo siguiente:

$$P = \frac{842.2 - 829.1}{829.1} \times 100 = 1.6 \%$$

## Tamaño de agregado grueso (NTP 400.012)

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas mm (pulg.)	Cantidad de la muestra de ensayo mínimo kg (Lb)
9.5 (3/8)	1 (2)
12.5(1/2)	2(4)
19.0 (3/4)	5(11)
25.0 (1)	10(22)
37.5 (1 1/2)	15(33)
50 (2)	20(44)
63 (2 1/2)	35(77)
75(3)	60(130)
90(3 1/2)	100(220)
100 (4)	150(330)
125(5)	300(660)

*Figura 4.* Cantidad mínima de muestra de agregado grueso para el ensayo Para la obtención del TM. Del agregado grueso se realizó mediante la figura 5 el cual permite determinar el TM según la abertura en el que quede retenido la piedra.

Para la realización de esta actividad se hizo la adquisición del agregado de la cantera Trapiche, paso seguido se pesó la muestra seleccionada en el cuarteo de acuerdo a su tamaño máximo nominal, luego se realizó el pasado de piedra por los tamices, según tamaño, numero de orden y siguiendo los lineamientos de la NTP 400.012, seguidamente de realizo el agitado de los tamices para el filtrado del agregado para luego realizar el pesado del material obtenido.

Tabla 3. *Análisis de granulometría, agregado grueso*

Malla	Abertura	Material Retenido.		% Acumulados		Especificaciones HUSO N.º 67
	(mm)	(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50	0	0	0	100	
1 ½"	37.5	0	0	0	100	
1"	24.5	0	0	0	100	<b>100</b>
¾"	19.05	23.1	1.3	1.3	98.7	<b>90-100</b>
½"	12.5	460.2	26.8	28.2	71.8	-
3/8"	9.53	351.5	20.5	48.7	51.3	<b>20-55</b>
N.º 4	4.76	760.5	44.3	93	7	<b>0-10</b>
N.º 8	2.38	81.3	4.7	97.8	2.2	<b>0-5</b>
N.º 16	1.18	24.5	1.4	99.2	0.8	
FONDO		14.1	0.8	100	0	

Según se muestra se obtuvo un tamaño máximo de una pulgada y un tamaño máximo nominal de ¾ de pulgada.

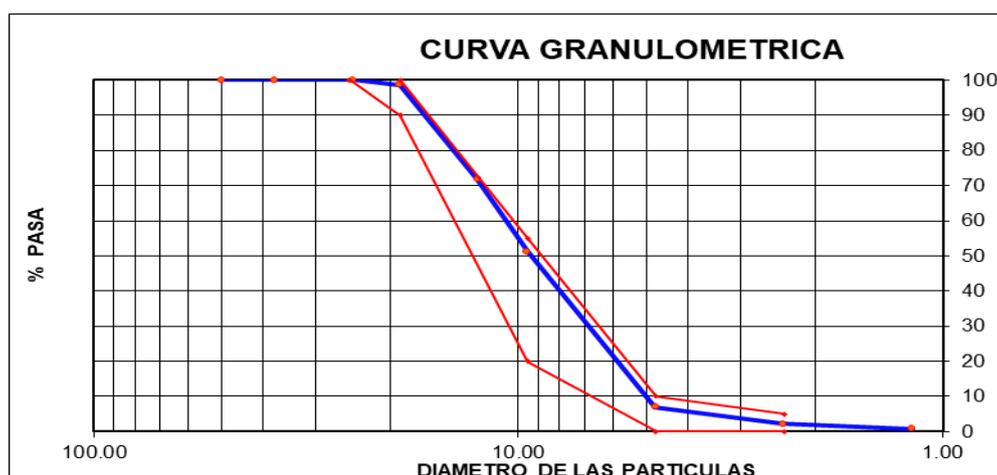


Figura 5. Curva de granulometría del agregado grueso

En la figura se visualiza la curva en el cual se encuentra dentro del rango superiores e inferiores, el cual la línea azul representa la curva entre la abertura máxima y el porcentaje acumulado que pasa.

Respecto a la actividad de peso unitario suelto (PUS) y compactado fue realizado respetando los lineamientos de la NT. ASTM C-29 y la NTP 400.017, para la masa (peso unitario), para el material compactado como también para el material suelto, así mismo el cálculo de vacos situados entre agregados tanto el agregado grueso como el fino, para los cuales aparte de los agregados fue necesario el uso de materiales y equipos de laboratorio como la balanza con precisión de 0.1%, vara de acero para realizar el compactado, recipiente cilíndrico, cucharón de material metal para echar al agregado al recipiente, horno 110°C.

En ese sentido para la realización del PUS de la piedra y arena se hizo uso primeramente de la balanza donde se colocó la masa de la muestra, los cuales fueron el agregado fino y grueso, luego se colocó el agregado en el recipiente cilíndrico con un cucharón metálico evitando el derramado de material. Al lograr llenar el material en el recipiente se realizó el nivelado con una vara de metal para luego ser colocado en un horno, luego de concluir el proceso se hizo la toma de datos respecto al peso de los materiales independientemente (A.F. y A.G.), así mismo el registro de peso del recipiente solo y también con el material suelto obtenido para poder descontar el peso del recipiente como se detalla a continuación.

Tabla 4. *Peso unitario suelto del agregado grueso*

Nº Muestra		M-1	M-2	M-3	
1	P. de la Muestr + Molde.	gr	19632	19625	19636
2	P. del Molde	gr	6181	6181	6181
3	P. de la Muestr (1 - 2)	gr	13451	13444	13455
4	Volumen del Molde.	cc	9134	9134	9134
5	Peso Unit. Suelto de Muestr.	gr/cc	1.473	1.472	1.473
Promedio. P. Unitario suelt.		gr/cc	1.473		

Según se observa se obtuvo un valor de 1.473 g/cc en peso suelto el cual representa el promedio de muestras que se obtuvo al dividir el peso de la muestra entre el volumen del molde.

Tabla 5. *Peso unitario suelto del agregado fino*

Nº Muestra		M - 1	M - 2	M - 3	
1	P. de la Muestr + Molde	gr	7642	7646	7638
2	P. del Mold.	gr	2446	2446	2446
3	P. de la Muestr (1 - 2)	gr	5196	5200	5192
4	Volumen del Mold	cc	2827	2827	2827
5	Peso Unit. Suelto de Muestr	gr/cc	1.838	1.839	1.836
Promedio P. unitario suelto		gr/cc	1.838		

Según se observa se obtuvo un valor de 1.838 g/cc para el peso de arena en su estado suelto, el cual fue obtenido al dividir el peso de la muestra entre el volume del molde.

Además de ello se realizó también el peso unitario compactado del agregado grueso y el agregado fino el cual el proceso de llenado de material al recipiente se hizo en tres partes para de esta manera hacer el apisonado con la ayuda de una varilla a 25 golpe por cada capa, luego se retiró el excedente con la ayuda de una varilla de metal, finalmente el registro de peso del recipiente solo y con el material suelto obtenido, de esta manera se pudo calcular el resultado como se evidencia en lo siguiente.

Tabla 6. *Peso unitario compactado del agregado grueso*

Nº Muestra		M-1	M-2	M-3	
1	P. de la Muestr + Molde	gr	21030	21027	21034
2	P. del Mold.	gr	6181	6181	6181
3	P. de la Muestr. (1 - 2)	gr	14849	14846	14853
4	Volumen del Mold	cc	9134	9134	9134
5	P. Unitario Compactad de la Muestr	g/cc	1.626	1.625	1.626
Promedio P. unitario compactad		g/cc	1.626		

Según se observa se obtuvo un valor de 1.626 g/cc el cual fue vital para el cálculo de cantidad de agregado grueso, se obtiene al dividir el peso de la muestra entre el volumen del molde.

Tabla 7. *Peso unitario compactado del agregado fino*

Nº Muestr		M_1	M_2	M_3	
1	P. de la Muestra + Mold	gr	8121	8126	8116
2	P. del Mold	gr	2446	2446	2446
3	P. de la Muestr (1 - 2)	gr	5675	5680	5670
4	Volumen del Mold	cc	2827	2827	2827
5	P. Unitario Compactad de la Muestr	gr/cc	2.007	2.009	2.005
Promedio P. unitario compactad		gr/cc	2.007		

Según se observa un valor de 2.00 g/cc para la arena en su estado compactado, el cual se obtiene al dividir el peso de la muestra entre el volumen del molde.

Por otro lado, para efectos de poder tener datos suficientes para el diseño de la mezcla se pasó a realizar el peso específico y absorción del agregado grueso, el cual para ello se usó la norma ASTM C127, los cuales fue necesario el empleo de materiales y equipos tales como la piedra chancada, equipo de medición del peso (balanza) recipiente de capacidad de 4 – 7 litros para incluir agua la cual la muestra de piedra fue sumergida al recipiente por un lapso de 24horas, luego se pasó a sacar el material y se puso a secar a una temperatura natural, luego se pasó a realizar el peso de la tara y a colocar el material para finalmente ser puesto en el horno por un periodo de 24hrs, así mismo a continuación se detalla los resultados.

Tabla 8. *Peso específico y absorción del agregado grueso*

N.º	Muestra	unid	M-1	M-2	PROMED.
1	P. de Muestra. Sumergido en Canastilla <b>(A)</b>	gr	1259	1270	1264.5
2	P. Muest. Saturado Sup. Seco <b>(B)</b>	gr	2012	2012	2012
3	P. muestr Seco <b>(C)</b>	gr	1998	1998	1998
4	P. Esp. saturado superficial Seco = (B/B-A)	gr/cc	2.67	2.71	2.69
5	P. Esp. de la masa = (C/B-A)	gr/cc	2.65	2.69	2.67
6	P. Esp. aparente. = (C/C-A)	gr/cc	2.7	2.74	2.72
7	Absorción del agua = ((B - C) /C) X100	%	0.7	0.7	<b>0.7</b>

Según se observa el 0.7 % de absorción el cual fue importante para el cálculo de aporte de agua.

N.º Muestra	unid	M-1	M-2	PROMEDIO.
1 Peso de Arena S.S.S. + P. Balón + Peso de Agua	gr	755.78	759.32	757.6
2 Peso de Arena S.S.S. + P. de Balón	gr	296.11	296.11	296.1
3 Peso de Agua (W = 1 – 2)	gr	459.67	463.21	461.4
4 Peso del Arena Seco al Horno + Peso del Balón	gr/c	294.69	294.45	294.57
5 Peso de Balón # 2	gr/cc	196.11	196.11	<b>196.11</b>
6 Peso del Arena Seco al Horno (A = 4 – 5)	gr/cc	98.579	98.34	98.46
7 Volume del Balón (V = 500)	cc	504	504	<b>504</b>
<b>RESULTADOS</b>				
<b>PESO ESP. DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))</b>	gr/cc	<b>2.59</b>	<b>2.59</b>	<b>2.59</b>
P. ESP. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	gr/cc	2.63	2.63	2.63
P. ESP. APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W) -(500-A)])	gr/cc	2.69	2.69	2.69
<b>PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A) /A*100]</b>	%	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>	<b>1.4</b>

Figura 5. Peso específico y absorción de agregado fino

Según se observa el porcentaje de absorción para la piedra fue de 1.4 % el cual se usó para determinar la cantidad de agua que aporta a la mezcla.

### Obtención de perlas de poliestireno

La obtención de perlas de poliestireno se obtuvo de la empresa distribuid. Iquitos en densidad de 22 kg/m<sup>3</sup> el cual se realizó la comprobación del producto de la siguiente manera.

Se realizó el pesado de perlas de poliestireno en un balde de 20 litros, de los cuales se descontó el peso del balde, para determinar el peso del producto en sí, llegando a la conclusión que en un balde de 20 litros se puede incluir 0.45 kg de EPS, como se muestra en anexos.

Datos:

Balde de 20 litros = 0.020 m<sup>3</sup>

Perlas de poliestireno = 0.45 kg/balde

Entonces

0.020 m<sup>3</sup> -----0.45kg perlas

1 m<sup>3</sup> -----x

X = 22.5 kg/m<sup>3</sup>

## Diseño de mezcla de concreto

El diseño y resultados de este trabajo fueron realizados en el laboratorio JC Geotecnia laboratorio SAC, ubicado en la asociación propietarios Villa gloria - Carabaylo, provincia y departamento de Lima.

El comité ACI (American Concrete Institute) 211 proporciona las herramientas bastante entendibles para poder diseñar una mezcla de concreto, el cual basado en sus tablas nos permite obtener resultados de los materiales que integran la unidad cubica del concreto de forma adecuada con la finalidad de obtener un resultado que proporcione buena fluidez en estado fresco y buena resistencia en su estado endurecido, para el desarrollo de este trabajo se empleó dicho método ACI 211 el cual se hace mención en lo siguiente.

Asentamiento en pulgadas	Agua, para 1m <sup>3</sup> , para tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados 211 ACI							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1 a 2	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7	243	228	216	202	190	178	160	....
Concretos con aire incorporado								
1 a 2	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7	2016	205	197	184	174	166	154	....

*Figura 6.* Revenimiento y tamaño máximo de agregado

Como se puede ver en la figura se señala la cantidad de agua para un metro cubico el cual es vital para el diseño ya que se tiene como tamaño máximo de agregado  $\frac{3}{4}$  y asentamiento 3 – 4 pulgadas.

Revenimiento para tipos de construcción según ACI 211		
Tipos de construcción	Slump en pulgadas	
	Máximo	Mínimo
Muros de cimentación Reforzados y zapatas	3	1
Zapatas planas, cajones y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de construcción	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Hormigón en masa	2	1

*Figura 7.* Revenimientos recomendados según ACI

Para el diseño se tuvo en cuenta el asentamiento según el uso de concreto para el cual se planeó que el concreto pueda ser de uso estructural para su aplicación en techos de viviendas que corresponde un asentamiento máximo de 3 - 4" y mínimo 1".

f <sub>cr</sub> 28 días	Relación agua--cemento por resistencia relación agua--cemento de diseño en peso	
	concreto sin aire incorporad.	concreto sin aire incorporad.
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	....
450	0.38	....

*Figura 8.* Relación agua cemento en kg/m<sup>2</sup>

La figura en mención proporcionado por el ACI es determinante para obtener la relación a/c según la resistencia de diseño planteado a los 28 días, teniendo en cuenta el concreto sin aire incorporado para el caso de este presente.

Volumen del agregado grueso por unidad de volumen del concreto ACI 211				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso en mm	Volumen de agregado grueso varillado en horno/unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de finura de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.6
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2	0.75	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.8	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81

*Figura 9.* Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

La figura 9 ayuda a determinar la relación de a/c uniendo la entrada horizontal y vertical según sea el tamaño máximo de la piedra y el módulo de finura de la arena.

En ese sentido, luego de realizar la granulometría de los agregados fino y grueso el cual están dentro del rango que la norma lo establece se procedió a realizar el procedimiento de diseño según el ACI 211 para concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  por lo cual se detalla en lo siguiente:

Datos:

Cement: Portland tipo I

Peso esp. :  $3.13 \text{ kg/cm}^3$

$F'c$  :  $210\text{kg/cm}^2$

Revenimiento: 3-4 Pulgadas.

P.E. agua :  $1000\text{kg/m}^3$

De acuerdo a las tablas de la norma ACI, el diseño de mezcla elegido es 210kg/cm<sup>2</sup> la relación agua cemento sin aire incorporado es 0.55, ya que al no contar con datos disponibles para poder realizar la desviación estándar se procede a acudir a las tablas del ACI el cual indica que para diseños mayores a 210kg/m<sup>2</sup> y menores a 350kg/cm<sup>2</sup> se suma 84 así mismo la cantidad de cemento es igual al contenido de agua el cual fue operado siguiente manera.

$$210 + 84 = \frac{294kg}{cm^2}$$

En la tabla no se cuenta con el valor de R.a/c por lo tanto se realiza la interpolacion

$$250 - 0.62$$

$$294 - x$$

$$300 - 0.55$$

$$\frac{300 - 250}{0.55 - 0.62} = \frac{300 - 294}{0.55 - x}$$

$$x = 0.56$$

$$C = \frac{a}{a/c}$$

Relación a/c = 0.56, luego se despeja el cemento

$$C = a/0.56$$

Luego se hizo uso de la tabla de cantidad de agua según tamaño máximo de agregado grueso (ACI), el cual se muestra líneas infra donde indica que para mezclas que tengan asentamiento de 3" a 4" y su T.M.A.G .de agregado sea ¾ o 19mm que vendría a ser lo mismo se puede trabajar con el valor 205, por lo tanto:

$$C = 205 / 0.56$$

$$C = 366.07 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Cemento} = 366 \text{ kg/m}^3$$

### **Cálculo de peso de agregado grueso seco**

Para ello se realizó el cálculo según la tabla del ACI ( figura 8 ) donde se ubicó el tamaño máximo de A.G. y el M.F. del fino según corresponde por lo cual al tener un valor de 2.86 y no encontrar en la tabla se procedió a interpolar entre los valores 2.80 - 3 y 0.62 – 0.60 por lo cual se obtuvo como resultado 0.614 para el módulo de finesa del agregado fino, por lo tanto el volumen de agregado grueso seco compactado es 0.614, luego se realizó el cálculo del peso del agregado grueso seco.

P. del A.G. seco = volumen del A.G. seco compactado x el P. unitario seco compactado (PUSC)

$$PAGS = 0.614 \times 1626 = 998.36 \text{ kg/m}^3$$

Cálculo de volúmenes absolutos

$$c = \frac{366.07}{3.13 \times 1000} = 0.117 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$A = \frac{205}{1 \times 1000} = 0.205 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\text{Aire} = 2 \% = 0.02 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$A.G. = \frac{998.36}{2.69 \times 1000} = 0.37 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$\sum, \text{de volúmenes absolutos} = 0.12 + 0.21 + 0.02 + 0.37 = 0.716 \text{ m}^3/\text{m}^3$$

Volumen absoluto de A.F.

$$1 - 716 \text{ m}^3 = 0.284 \text{ m}^3$$

### **Peso del agregado fino en estado seco**

$$0.284 \times 2.59 \times 1000 = 735.89 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 9. Presentación de diseño en estado seco

Presentación de diseño en estado seco sin dosificación de perlas de EPS		
Descripción	Peso kg/m <sup>3</sup>	Volumen m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Cemento	366. 07	0.12
A. F	735. 89	0.28
A. G	998. 36	0.37
Agua.	205. 00 lt	0.21
Aire	0. 00	0.02
suma	2305. 32	1. 00

según se observa en la presentación se obtiene 2305.32 kg para un metro cubico, así mismo se indica las cantidades volumétricas para cada uno en el cual la sumatoria es equivalente a 1.

### Corrección por humedad de los agregados

Agregado fino

$$\text{Peso seco} \times \left( \frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

$$\text{Agregado F.} = 735.89 \times \left( \frac{1.6}{100} + 1 \right) = 747.660 \text{ kg}$$

Agregado Grueso.

$$\text{Agregado G.} = 998.36 \times \left( \frac{0.5}{100} + 1 \right) = 1003.356 \text{ kg}$$

### Aporte de agua a la mezcla

$$\frac{(\%w - \% \text{ abs}) \times \text{ agregad seco}}{100}$$

Agregado fino

$$\frac{1.60 - 1.40 \times 735.885}{100} = 1.47 \text{ lit.}$$

Agregado grueso

$$\frac{0.50 - 0.70 \times 998.364}{100} = -1.99 \text{ lit.}$$

Agua efectiva.

$$A.E = A.seco - (A.AF - A.A.g)$$

$$205 - (-0525) = 205.5$$

### Nueva relación a/c

Para la nueva Ra/c se consideró el agua efectiva calculado el cual se calculó de la siguiente manera.

$$\frac{a}{c} = \frac{205.5}{366.070} = 0.5613$$

Tabla 10. *Diseño de mezcla corregido*

Descripción	P. corregido kg/m3	proporción en peso (kg)
Cemento	366. 07	1.00
A.F.	747. 66	2.04
A.G.	1003. 36	2.74
Agua/litros	205. 52	23.86
Aire	0. 00	-
suma	2322.61	

En lo que se muestra se obtiene el peso corregido de 2322.61 kg para un metro cubico, así mimo se muestra la proporción para una bolsa de cemento.

### Diseño de mezcla con la incorporación de perlas de EPS

Para calcular la cantidad de cada uno de los agregados con respecto al diseño con perlas de EPS, se realizó el mismo procedimiento, teniendo en cuenta la sustitución porcentual de 1%, 2%, 5%, 10 % del volumen del agregado fino.

Tabla 11. *Diseño de mezcla con el 1% de perlas de EPS*

Cemento (kg/m3)	366. 07
A. F. (kg/m3)	740. 18
A. G. (kg/m3)	1003. 36
Agua lt/m3	205. 52
Perlas de EPS kg	0. 064

Según se muestra en la tabla 12 se mantienen los valores en cuanto a las cantidades excepto a la arena ya que al sustituir el volumen en 1 % y reemplazarlo por perlas de EPS disminuye el peso de cada uno

Tabla 12. *Diseño de mezcla con el 2% de perlas de EPS*

Cemento (kg/m <sup>3</sup> )	366.07
A. F. (kg/m <sup>3</sup> )	732.706
A. G. (kg/m <sup>3</sup> )	1003.36
Agua lt/m <sup>3</sup>	205.52
Perlas de EPS (kg/m <sup>3</sup> )	0.128

Según se muestra para la sustitución del 2% se obtiene 732.706 kg/m<sup>3</sup> para la arena y 0.128 para perlas de EPS.

Tabla 13. *Diseño de mezcla con el 5% de perlas de EPS*

Cemento. (kg/m <sup>3</sup> )	366.07
A. F. (kg/m <sup>3</sup> )	710.277
A. G. (kg/m <sup>3</sup> )	1003.36
Agua lt/m <sup>3</sup>	205.52
Perlas de EPS (kg/m <sup>3</sup> )	0.320

Según se muestra para la sustitución del 5% se obtiene 710.277 kg/m<sup>3</sup> para la arena y 0.320 para perlas de EPS.

Tabla 14. *Diseño de mezcla con el 10% de perlas de EPS*

Cemento. (kg/m <sup>3</sup> )	366.07
A. F. (kg/m <sup>3</sup> )	672.894
A. G. (kg/m <sup>3</sup> )	1003.36
Agua lt/m <sup>3</sup>	205.52
Perlas de EPS (kg/m <sup>3</sup> )	0.639

Según se muestra para la sustitución del 10% se obtiene 672.894 kg/m<sup>3</sup> para la arena y 0.639 para perlas de EPS.

## Peso del concreto

Se realizó el cálculo de peso en base al diseño de mezcla en los porcentajes de 1 %, 2 %, 5%, 10%, para determinar la diferencia frente al diseño patrón de 0%, el cual se representa en lo siguiente.

Tabla 15. *Resumen de peso por metro cubico*

Porcentaje	P/m3	%
0% EPS	2322. 61	0.00
1% EPS	2315. 19	0.32
2% EPS	2307. 78	0.64
5% EPS	2285. 55	1.60
10% EPS	2248. 48	3.19

Según se observa en la tabla las perlas de EPS influyen en el peso por m<sup>3</sup> de concreto en su estado fresco, a mayor porcentaje de sustitución menor peso obtenido, el cual se logra disminuir hasta un 3.19 % del total con el 10% de sustitución.

### Determinación de consistencia (Slump)

Para realizar las pruebas de consistencia de la mezcla fue necesario el uso de una mezcladora eléctrica teniendo en cuenta que se encuentre bien fijado para evitar algún volcamiento, para ello se tubo los apuntes de las dosificaciones correspondientes respecto a la cantidad de cada material, así mismo se pasó a realizar el curado del cono de Abrams con una brocha y aplicando un desmoldante para facilitar la operación, luego de obtener la mezcla en el trompo se apagó el motor y se procedió a sacar con un cucharón metálico incluyendo en el cono de Abrams en tres capas para lo cual se realizó 25 golpes/capa con la ayuda de una vara de material acero de punta redondeada de 16milímetros de diámetro y 60cm de largo, luego se retiró hacia arriba el molde evitando lateralizar, finalmente se tomó la medida de revenimiento en el cual se empezó por el concreto patrón que obtuvo 3.8 pulgadas, de esta manera se repitió el procedimiento con la incorporación de EPS.

Tabla 16. Asentamiento de concreto dosificado

Material	Pulgadas	Centímetros
P. poliestireno 0%	3.8	9.65
P. poliestireno 1%	3.6	9.14
P. poliestireno 2%	3.4	8.64
P. poliestireno 5%	3.0	7.62
P. poliestireno 10%	1.8	4.57

Según se muestra el revenimiento de diseño para cada uno de las muestras fue de 3.8 pulgadas para el concreto patrón y hasta 1.8 pulgadas con el 10% de perlas de EPS de acuerdo a ello se discierne que a mayor cantidad de perlas de EPS la trabajabilidad es menor.

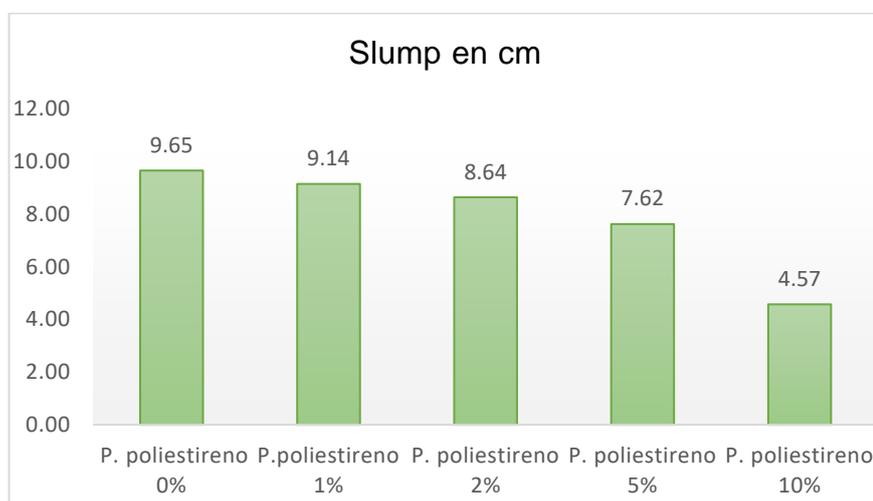


Figura 10. Grado de asentamiento de concreto dosificado

Según se muestra en la gráfica se cumple con el diseño de mezcla propuesto con un Slump de 3-4 pulgadas equivalente a 10cm para el concreto patrón, obteniendo un mínimo de 4.57 cm para el mayor porcentaje con sustitución de perlas de EPS.

## Resistencia a la compresión

Se calculó según la (NTP 339.034, p. 19) donde indica que para obtener el resultado se debe dividir el resultado de la carga obtenida de los ensayos entre el área la sección, el cual fue calculado de la siguiente manera:

$$R_c = \frac{p}{a}$$

A= área cm<sup>2</sup>

Dónde:

R<sub>c</sub>= Resistencia compresión

P= carga ultima kg

$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = 3,14 \times 7.5^2$$

$$A = 176.625 \text{ cm}^2$$

Po lo tanto el área de la probeta que se uso fue de 176.625cm<sup>2</sup> lo cual fue fundamental para el cálculo de todas las muestras a compresión

Luego se realizó la siguiente operación mediante la siguiente formula

$$f^c = \frac{P}{A}$$

## Resistencia a la tracción

Consiste en realizar una rotura sometiendo a fuerzas de tracción colocando el ensayo de manera transversal el cual con el apoyo de una máquina que ejerce una fuerza determinada hasta lograr que el ensayo logre romperse. (Lugo y Torres 2019, p40)

$$\sigma = \frac{2p}{\pi * d * h}$$

Dónde:

D= Diámetro del cilindro

P= Carga ultima soportada por el cilindro

$\sigma$  = Esfuerzo ultimo de tracción

H= altura del cilindro

## Resistencia a la flexión de concreto

Para la obtención de este resultado se procedió a realizar ensayos de viga en medidas de 15x15x50 cm de largo para que sometidos a carga según la norma ASTM C-293 obtener resultados diferentes según el % de incorporación de perlas de poliestireno el cual se calculó mediante la ecuación que se muestra.

$$\sigma = \frac{P * L}{B * H^2}$$

Dónde:

L = Largo de la viga

P = Carga ultima soportada por la viga

B = Base de viga

H = Alto de viga

$\sigma$  = Esfuerzo ultimo de flexión

## Resultados obtenidos de tracción, flexión y compresión a los 28 días

### Resistencia a compresión

Tabla 17. Resistencia a la compresión ( $f'c$ )

Descripción	Fecha de rotura	$f'c$ Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Máxima resistencia (kgf)	Área (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promed. $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28/06/ 2023	210	45290	176.63	256.4	259.1
	28/06/ 2023	210	46560	176.63	263.6	
	28/06/ 2023	210	45430	176.63	257.2	
1% poliestireno	28/06/ 2023	210	42440	176.63	240.3	242.8
	28/06/ 2023	210	42630	176.63	241.4	
	28/06/ 2023	210	43570	176.63	246.7	
2% poliestireno	28/06/ 2023	210	40680	176.63	230.3	225.8
	28/06/ 2023	210	39730	176.63	224.9	
	28/06/ 2023	210	39250	176.63	222.2	
5% poliestireno	28/06/ 2023	210	35910	176.63	203.3	201.4
	28/06/ 2023	210	34990	176.63	198.1	
	28/06/ 2023	210	35840	176.63	202.9	
10% poliestireno	28/06/ 2023	210	26840	176.63	152.0	154.5
	28/06/ 2023	210	27870	176.63	157.8	
	28/06/ 2023	210	27180	176.63	153.9	

Según se observa los resultados de resistencia a compresión a los veintiocho días el cual el resultado promedio para el diseño patrón fue de 259.10kg/cm<sup>2</sup>, así mismo con la incorporación de perlas de EPS el resultado para el 1%, 2%, 5%, 10% fue de 242.8, 225.8, 201.4, 154.5 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo tanto los resultados que estarían cumpliendo con la resistencia mínima según norma E- 060 que el cual indica como mínimo 17 MPa para concretos estructurales son el 1% y 2% de sustitución con EPS.

## Resistencia a la flexión

Tabla 18. Resistencia a la flexión

Descripción	Fecha de rotura	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Máxima resistencia (kgf)	Longitud (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28/ 06/2023	210	2080	50	30. 81	30.00
	28/ 06/2023	210	1970	50	29. 19	
1% poliestireno	28/ 06/2023	210	2000	50	29. 63	29.11
2% poliestireno	28/ 06/2023	210	1930	50	28. 59	
5% poliestireno	28/ 06/2023	210	1890	50	28. 00	28.30
10% poliestireno	28/ 06/2023	210	1740	50	28. 59	
	28/ 06/2023	210	1710	50	25. 33	25.56
	28/ 06/2023	210	1510	50	25. 78	
	28/ 06/2023	210	1410	50	22. 37	21.63
	28/ 06/2023	210		50	20. 89	

Se muestra respecto a la resistencia a la flexión el resultado para el concreto patrón fue de 30 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo con la sustitución de las perlas de EPS los resultados para el 1%, 2%, 5%, 10%, fueron de 30, 29.11, 28.30, 25.56, 21.63, en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo tanto las resistencias obtenidas no llegaron a la resistencia de diseño patrón sin embargo lo resultados más cercanos fueron con la sustitución al 1 y 2 %.

## Resistencia a la tracción

Tabla 19. Resistencia a la tracción

Descripción	Fecha de rotura	f'c Diseño	Max. Resist. (kgf)	Diametro (cm)	Resist. (kg/cm <sup>2</sup> )	Promed. (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28/06 /2023	210	16530	15	23. 40	22.89
	28/06 /2023	210	15820	15	22. 39	
1% poliestireno	28/06 /2023	210	14840	15	21. 00	21.27
	28/06 /2023	210	15220	15	21. 54	
2% poliestireno	28/06 /2023	210	14210	15	20. 11	20.66
	28/06 /2023	210	14980	15	21. 20	
5% poliestireno	28/06 /2023	210	13540	15	19. 16	18.69
	28/06 /2023	210	12870	15	18. 22	
10% poliestireno	28/06 /2023	210	11130	15	15. 75	15.10
	28/06 /2023	210	10210	15	14. 45	

Según se muestra con respecto a la resistencia a la tracción se obtuvo un resultado de 22.89kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón, así mismo con la sustitución de perlas de EPS los resultados para el 1%, 2%, 5%, 10% fueron de 21.27, 20.66, 18.69, 15.10 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo cual los resultados fueron cercanos al concreto patrón con la sustitución de EPS en los porcentajes de 1 y 2 %.

### Contrastación de hipótesis

Para el contraste de hipótesis a, b, y c, según se muestra en el anexo número 2 de matriz de consistencia se realizó con el programa IBM SPSS, el cual muestra alternativas de decisión teniendo en cuenta:  $H_0$  = hipótesis nula y  $H_1$  = hipótesis alternativa, basado en la regla de decisión de, valor " $p < 0.05$ ". para la cual se consideró los resultados de las resistencias mecánicas del concreto patrón respecto a las resistencias del concreto con perlas de EPS para evaluar si el promedio de los resultados con sustitución por perlas de EPS difiere del resultado único del concreto patrón.

Contraste de hipótesis específica “a”, Resistencia a la compresión

Tabla 20. *Contraste de hipótesis “a”*

<b>Estadísticas para una muestra</b>					
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	12	206,1500	34,80983	10,04873	

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 259.1						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	-5,269	11	,000	52,95000	75,0671	30,8329

Según los valores mostrados de la hipótesis específica “a”, correspondiente a resistencia a la compresión se obtiene un valor de significancia de 0.000, el cual es menor que 0.05, por lo tanto, se determina que no se acepta la  $H_0$ .

Contraste de hipótesis específica “b”, Resistencia a flexión.

Tabla 21. *Contraste de hipótesis “b”*

<b>Estadística para una muestra</b>					
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	8	26,1475	3,16691	1,11967	

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 30.00						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	-3,441	7	,011	3,85250	-6,5001	-1,2049

Según los valores mostrados de la hipótesis específica “b”, correspondiente a la resistencia a flexión se obtiene un valor de significancia de 0.011, el cual es menor que 0.05, por lo tanto, se determina que no se acepta la Ho.

Contraste de hipótesis específica “c”, Resistencia a tracción.

Tabla 22. *Contraste de hipótesis “c”.*

<b>Estadística para una muestra</b>				
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	8	18,9287	2,62902	,92950

<b>Prueba para una muestra</b>						
Valor de prueba = 22.89						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	-4,262	7	,004	3,96125	6,1592	-1,7633

Según los valores mostrados de la hipótesis específica “c”, correspondiente a la resistencia a tracción se obtiene un valor de significancia de 0.004, el cual es menor que 0.05, por lo tanto, se determina que no se acepta la Ho.

En conclusión, se rechazan todas las hipótesis (Ho) del cual permite discernir que las resistencias promedio obtenido con perlas de EPS respecto a la resistencia de concreto patrón sin perlas de EPS difieren en los resultados según los niveles de significancia obtenidos y según se puede observar la media de los valores es de manera descendente frente al valor promedio del concreto patrón.

## V. DISCUSIÓN.

En este apartado se resolvió la discusión con los antecedentes de los cuales fueron mencionados en este trabajo en los que se contrastaron resultados similares o contradicciones frente a la sustitución del agregado fino en base al volumen por perlas de poliestireno en porcentajes de 1%,2%,5%,10%.

**Obj.1.** Determinar de qué manera el concreto con perlas de EPS influye en la resistencia a la compresión del concreto liviano; para para azoteas en viviendas, Lima, 2023.

Al respecto Torres y Arias (2018) Ecuador, realizó su investigación con diseño de mezcla  $240\text{kg}/\text{cm}^2$  para losas livianas para hacer comparaciones entre concreto normal y mezclado con EPS en porcentajes de 1%, 2%, 3% sustituyendo el volumen del AF, el cual sus resultados fueron 106.49, 181.87, 57.32 $\text{kg}/\text{cm}^2$  respectivamente donde su resultado máximo de resistencia a compresión fue 181.87 al sustituir el 2% de EPS, su densidad de EPS fue de  $10\text{ kg}/\text{m}^3$  con diámetro de 4mm.

En lo referente al diseño en la presente investigación se realizó de  $210\text{kg}/\text{cm}^2$  en porcentajes de sustitución del A.F. 0% 1%,2%5%10%, densidad de EPS  $22.5\text{ kg}/\text{m}^3$  de los cuales los resultados fueron  $259.10\text{ kg}/\text{cm}^2$ , así mismo con la incorporación de perlas de EPS el resultado para el 1%, 2%, 5%, 10% fue de 242.8, 225.8, 201.4, 154.5 en  $\text{kg}/\text{cm}^2$  respectivamente, por lo tanto el resultado con sustitución del 2% fue de  $225.8\text{ kg}/\text{cm}^2$  la diferencia de resultados se debe a la densidad de EPS que usó y posiblemente el material de su país, sin embargo se coincide en la resistencia descendente según la incorporación de perlas de EPS.

**Obj. 2.** Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la flexión del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023.

Al respecto Ventura (2021) cuyo objetivo fue determinar la influencia de perlas de EPS en las propiedades física y mecánica del concreto para losas ligeras, realizó ensayos a 7, 14 y 28 días así mismo menciona la adición de perlas de EPS a su diseño de mezcla de los cuales sus resultados respecto a flexión para su concreto patrón fue de 23.29, para el 5% 23.60, para el 10% 24.20, para el 15% 24.74, y para el 20% 25.82 en  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente, Se observa que aumenta su resistencia a medida que adiciona las perlas de EPS.

Así mismo en esta investigación se realizó un diseño en base a  $f'c$  210  $\text{kg/cm}^2$  de los cuales se aplicaron porcentajes de perlas de EPS 1%, 2%, 5%, 10%, el cual los resultados con respecto a resistencia a la flexión fue de 30  $\text{kg/cm}^2$  para el concreto patrón y con sustitución de perlas de EPS fue de 29.11, 28.30, 25.56, 21.63 en  $\text{kg/cm}^2$ , respectivamente, en ese sentido se valida resultados cercanos con respecto al 5% y 10% de sustitución, sin embargo no coincide los resultados en los que tiene de manera ascendente con perlas de EPS, así mismo según sus diseño adiciona las perlas de EPS en cantidades de 37.54, 76.53, 116.89, 158.55 en  $\text{kg/m}^3$  respectivamente, por lo tanto según la investigación realizada las perla de EPS tienen una densidad de 10 a 30  $\text{kg/m}^3$  en ese sentido las cantidades de perlas de EPS mencionadas por Ventura estarían duplicando o hasta quintuplicando los metros cúbicos en volumen lo cual no concuerdo con ello.

**Obj. 3.** Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la tracción del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023.

Según Barreto y Chávez (2021) tuvieron como objetivo realizar un análisis comparativo entre las perlas de EPS y porcelanato para evaluar sus propiedades física y mecánica en porcentajes de 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% en base a su diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$  de los cuales sus resultados respecto a la incorporación de EPS en resistencia a tracción en  $\text{kg/cm}^2$  fueron, 25.36, 20.30, 19.30, 15.30, 9.0 y 8,3 respectivamente.

Respecto a ello en mi investigación se obtuvo resultados para un diseño  $210 \text{ kg/cm}^2$  en porcentajes de sustitución de agregado F. por perlas de EPS en 0%, 1%, 2%, 5% y 10%, los cuales para el diseño patrón (0%) se obtuvo  $22.89 \text{ kg/cm}^2$ , así mismo con la sustitución de perlas de EPS los resultados fueron de 21.27, 20.66, 18.69, 15.10 en  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente en ese sentido según la investigación se puede ver que los resultados son cercanos en el 1% y 2% de perlas de EPS, con diferencias altas en los demás porcentajes, se discierne que la diferencia se debe a que Barreto y Chaves realizan su diseño con perlas de EPS añadiendo en base al peso del agregado grueso.

## **VI. CONCLUSIONES.**

- El concreto elaborado con la sustitución del agregado fino en base al volumen reduce la resistencia a compresión del concreto en su estado endurecido ya que se obtuvo 259.10 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón y 242.8, 225.8, 201.4, 154.5 en kg/cm<sup>2</sup> respectivamente con incorporación de perlas de EPS en porcentajes de 1 %, 2 % 5 % 10 %, sin embargo se logra obtener el concreto para uso estructural en los porcentajes del 1% y 2 % ya que cumplen con la resistencia mínima que establece la norma peruana – 17Mpa.
  
- Se determinó que la resistencia a la flexión del concreto con perlas de EPS influye de manera descendente frente al concreto patrón ya que los resultados fueron 30 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto patrón y 29.11, 28.30, 25.56, 21.63 en kg/cm<sup>2</sup> para la sustitución con perlas de EPS en los porcentajes de 1%, 2%, 5% y 10%.
  
- Se determinó que el concreto elaborado con perlas de EPS influye de manera descendente en la resistencia a tracción del concreto liviano en su estado endurecido ya que los resultados en kg/cm<sup>2</sup> obtenidos fueron 22.89, 21.27, 20.66, 18.69, 15.10 respectivamente para los porcentajes de 0%, 1%, 2%, 5% y 10%.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar investigaciones con diferentes canteras para hacer un comparativo de resultados.
- Se recomienda realizar estudios en laboratorios reconocidos para obtener resultados confiables.
- Se recomienda realizar estudios con mayores %s de sustitución de agregado fino mediante perlas de EPS en densidad de 22.5 kg/m<sup>3</sup> para evaluar sus resultados aplicando aditivo como mejorador de resistencia a la compresión y trabajabilidad para evaluar sus cambios de mejora y lograr concretos estructurales más ligeros.

## REFERENCIAS

- ACEROS Arequipa. Propiedades del concreto endurecido, edición 36, [Lima], editorial nuestro compromiso por un mejor futuro, 2020. Disponible en: [https://acerosarequipa.com/pe/es/download/file/AA\\_Construccion-Viviendas-edicion-36.pdf/boletines/archivos/2020-03](https://acerosarequipa.com/pe/es/download/file/AA_Construccion-Viviendas-edicion-36.pdf/boletines/archivos/2020-03)
- ACI 211.1-91, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, Reapproved Reported by ACI Committee 211, 2002. Disponible en: [https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211\\_1\\_91.pdf](https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211_1_91.pdf)
- ANAPE. (Asociación nacional de poliestireno expandido), Manual de construcción [s.l], [2020?]. Disponible en: <https://anape.es/construccion/>
- ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación, sexta edición, Caracas - República Bolivariana de Venezuela, editorial episteme, 2012 Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>. ISBN: 980-07-8529-9
- ARIAS, José. *Guía para elaborar la operacionalización de variables*, Vol. x, (N° 28), artículo, Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú, 01 de octubre 2021. Disponible en <https://espacioimasd.unach.mx/index.php/Inicio/article/download/274/973/1683>, ISSN: 2007-6703.
- ARTHUR, Nilson. Diseño de estructuras de concreto, décima edición, Colombia, editora Emma Ariza, 2001. Disponible en: <https://marodyc.files.wordpress.com/2014/06/disec3b1o-de-estructuras-de-concreto-nilson-arthur.pdf>. ISBN: 958-600-953-X
- ARZAPALO, Sado. Evaluación de perlas de poliestireno expandido en el concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Lima: Universidad cesar vallejo, 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58027>
- ASTM C-127 Método estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso. [s.n.], [s.l.] 2018. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/astm-c-127-4-pdf-free.html>
- ASTM C293 2011. Resistencia a la flexión de vigas de concreto, norma internacional. Disponible en: <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/images/ensayos/3-concreto/3.13.pdf>

- BARRETO, Jurado y CHÁVEZ, Heler. Análisis comparativo de las propiedades físicas mecánicas del concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> incorporando poliestireno expandido y porcelanato distrito SJL, Lima. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/82804>
- BLANCO, Antonio. Estructuración y diseño de concreto armado, [s.n], Consejo departamental de Lima Perú, 1991. Disponible en: [https://www.academia.edu/9942581/Estructuracion\\_y\\_Disenio\\_de\\_Edificaciones\\_de\\_Concreto\\_Armado\\_Antonio\\_Blanco\\_Blasco](https://www.academia.edu/9942581/Estructuracion_y_Disenio_de_Edificaciones_de_Concreto_Armado_Antonio_Blanco_Blasco) [s.n]
- CHUQUILIN, Jorge. Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Del Norte, 2018. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14821/Chuquilin%20Garcia%20Jorge%20Alex.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CHUQUIZAPON, Kevin y IBÁÑEZ, Christian. 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. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Del Norte, 2020. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24149/Chuquizapon%20Suarez%20Kevin%20David%20%20Iba%C3%B1ez%20Moreno%20Christian%20Ayrton%20Max.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ENCISO, Giancarlo. Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido, para la construcción de viviendas de bajo costo. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Cusco: universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66437>
- ETSA. usos de perlas de poliestireno, Perú [2020?]. Disponible en: <https://etsaperu.com.pe/productos/perlas-de-tecnopor/>

- GARCÍA, Irving. Comportamiento estructural de los sistemas de poliestireno expandido y albañilería confinada para viviendas de carácter social. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/55959?locale-attribute=es>
- GUZMÁN, Amanda, ALEMÁN, Wendy y RODRÍGUEZ, Claudia. *Concreto ligero modificado con poliestireno expandido*, Vol. (N.º x, 200x) Universidad cooperativa de Colombia, Revista de revisión literaria, 2021. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/842a87e8-3320-4705-a570-20128fc75481/content>, [s.n]
- HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian. Metodología de la investigación - ruta cuantitativa, cualitativa y mixta, Universidad de Celaya, México primera edición por McGRAU-HILL interamericana editores S.A. 2018. Disponible en: [https://www.todostuslibros.com/libros/metodologia-de-la-investigacion-las-rutas-cuantitativa-cuali\\_978-1-4562-6096-5](https://www.todostuslibros.com/libros/metodologia-de-la-investigacion-las-rutas-cuantitativa-cuali_978-1-4562-6096-5), ISBN: 978-1-4562-6096-5: [s.n].
- INEI, Características de las viviendas particulares y sus hogares, Lima, agosto 2018. Disponible en [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1538/Libro.pdf)
- ITESCA, (Instituto Tecnológico Superior de Cajame). *Diseño de concreto estructural ligero con bajas y medianas resistencias para la construcción de viviendas*, revista México, diciembre 2021 [https://www.itesca.edu.mx/\\_sitioanterior/publicaciones/entorno/entorno\\_academico\\_diciembre\\_2021.pdf#page=52](https://www.itesca.edu.mx/_sitioanterior/publicaciones/entorno/entorno_academico_diciembre_2021.pdf#page=52), p.52, ISSN: 2448-7635
- JAIMES, Fernando, GARCÍA Jhonatan y RONDÓN Juan. *Importancia del concreto en el campo de la construcción* (Vol. 01 N 2). Revista, universidad Francisco de Paula, Colombia, abril 2020. Disponible en: <https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/18/14>: [s.n]
- KANAUFINDUSTRIES. Usos y opciones con perlas de poliestireno, [Lima] 21/01/2022. Disponible en: <https://knauf-industries.es/perlas-poliestireno-usos-opciones/>

- KASENG, Freddy y GUILLEN, Oscar. Guía práctica para elaborar plan de tesis y tesis de post grado, enero 2014. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/524599420/LIBRO-PROYECTO-Y-TESIS-MAESTRIA-Y-DOCTORADO-UNFV-LIZARDO>
- LUGO, Jesús y TORRES Yefri, Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas pet. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Católica. 2019. Disponible en: <https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/883a595a-7fd9-4e9d-9be7-18bc63e132f0>
- MORÁN Gabriela y ALVARADO, Darío. Métodos de investigación, primera edición, Printed-in-México-2010  
<https://mitrabajodegrado.files.wordpress.com/2014/11/moran-y-alvarado-metodos-de-investigacion-1ra.pdf>, ISBN: 978-607-442-219-1
- NTP 339.035. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland, tercera edición, Lima, diciembre 2009. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/371807372/NTP-339-035-2009-pdf>
- NTP 339.185 Agregados, contenido de humedad, Lima, 2002. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/ntp-339185-contenido-de-humedad-de-agregadospdf-5-pdf-free.html>
- NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, revisado 2018, Lima-Perú. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-de-tacna/tecnologia-del-concreto/ntp400-norma-tecnica-peruana-granulometria-de-los-agregados/4659039>
- NTP 400.017. Peso unitario y los vacíos de los agregados, Lima, 2011. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/377662745/NORMA-TECNICA-NTP-400-017-docx>
- NTP 400.037. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, tercera edición, Lima, diciembre 2014. Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf\\_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntp-4000372014-agregados-especificaciones-para-agregados-en-concretopdf_5a4233e7e2b6f52b4b9a7232_pdf)

- NTP ASTM C29. Peso unitario. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/362029309/ASTM-C29-Peso-Unitario>
- NTP E-060. Concreto armado, Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, Lima, 2021. Disponible en: <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- NTP E-070 Albañilería, reglamento nacional de edificaciones, [2019]. Disponible en: <http://jjlsac.com/rnc/Albanileria.pdf>
- NUÑES, María. Las variables: *Estructura y función en la hipótesis*, vol. 11 (N.º 20), 163- 179 Julio-diciembre, [Lima], 2007. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/download/4785/3857/> ISSN: 17285852
- RETO, Alexandra y SANABRIA, Melissa. Propuesta de uso de concreto liviano estructural con Perlita de Poliestireno Expandido (PPE) para mejorar la respuesta sísmica de un sistema de albañilería confinada. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2022. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656494/Reto\\_SA.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/656494/Reto_SA.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- RIVVA, Enrique. Naturaleza y materiales de concreto – ACI. Primera edición, Congreso nacional de estructuras y construcción, Lima Perú, 2000 <https://es.scribd.com/doc/298319772/Materiales-Para-El-Concreto-Enrique-Rivva-Lopez#> [s.n].
- ROJAS, Anghela. Tablas método ACI, tecnología del concreto, Lima, UPN, 2016. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/352812718/Tablas-Metodo-Aci>
- SALAZAR, Daniel y ARBOLEDA, Karen, Diseño de concreto liviano mediante adición de poliestireno para observar su resistencia y funcionalidad a diferentes porcentajes. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Colombia: universidad libre seccional Pereira, 2020. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/22473/MD0063.pdf?sequence=1>

- TICONA, Alejandro. Adición de perlas poliestireno en 6, 12 y 18% para diseño de pavimento rígido  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ , en Av. Ramos Cañete, Tesis (Título para Ingeniero Civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66826>
- TORRES, Klever y ARIAS, Jadison. Comportamiento de losas alivianadas de hormigón tradicional y mezclado con poliestireno expandido – Tesis (Título para Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, 2018. Disponible en: <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2570>
- VAKHSHOURI, Behnam y NEJADI, Shami. *Diseño de mezclas y propiedades mecánicas del concreto liviano que contiene perlas de poliestireno expandido*, edición 1, (vol. 19), artículo de revisión Centro de Investigación de Infraestructura Construida (CBIR), Universidad de Tecnología de Sídney (UTS), Sídney, Australia. 2018. Disponible-en: <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/13287982.2017.1353330> [s.n]
- VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: *Una forma de conocer las realidades con evidencia científica*, (edición N.º 1), vol. 33 revista de educación universidad de-Costa-Rica, 2009. Disponible-en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>. ISSN: 0379-7082.
- VENTURA, Edgard. Evaluación de perlas de poliestireno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para losas aligeradas. Tesis (Título para Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, 2022. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86156>.

**ANEXOS**

### Anexo 1. Operacionalización de variables

Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023					
VARIABLES	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicador	Tipo de variable
<b>Variable independiente</b> Concreto con perlas de poliestireno	El concreto es un producto semejante a la piedra obtenido de la mezcla del cemento, grava, arena agua, tiene la capacidad de desarrollarse en rangos amplios como la obtención de concretos ligeros mediante el uso de agregados livianos. (Arthur 2001, p.17)	Se elaboró el diseño de mezcla en base a las tablas del ACI 211 para el concreto en 0% de perlas de poliestireno, así mismo se realizó el diseño con sustitución del volumen del agregado fino en porcentajes de 1%,2%,5%,10% para ser reemplazado por perlas de poliestireno.	Diseño de mezcla	Slump	Numérica
				Contenido de aire	
				Tamaño de agregado	
				Relación a/c	
			Dosificación de perlas de poliestireno	Porcentajes, 0%1%,2%5%10%	
				volumen	
<b>Variable dependiente</b> Propiedades mecánicas del concreto liviano	La resistencia es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por el concreto sin romperse. (Rivas, 2000, p.244)	La resistencia mecánica del concreto endurecido se mide según la capacidad que soportan sin deformarse, el cual son medidos en kg/cm <sup>2</sup> (Manual Aceros Arequipa, 2020, p.02)	Resistencia a la compresión	Área de probeta	
				Carga ultima	
			Resistencia a la flexión	Largo de viga	
				Base de viga	
				Carga ultima soportada	
				Alto de viga	
			Resistencia a la tracción	Altura del cilindro	
				Diámetro del cilindro	
				Carga ultima	

## Anexo 2. Matriz de consistencia

Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023									
Problema	Objetivos	Hipótesis	variables	Dimensiones	Indicadores	Métodos	Técnicas	Instrumentos	
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	variable independiente (Concreto con perlas de poliestireno)	Diseño de mezcla	Contenido de aire	Diseño de investigación: Cuasiexperimental  Enfoque: cuantitativo	Observación, Medición	Registro de observación directa, Normas, Libros	
					Tamaño de agregado				
					Cantidad de agua				
					Relación a/c				
					Slump				
¿De qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023?.	Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023	El concreto con perlas de poliestireno influye en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023		Dosificación de perlas de poliestireno	Volumen				Porcentajes 0%1%,2%5%10%
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			Resistencia a la compresión				Área de probeta
a) ¿De qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la compresión del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023?.	a) Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la compresión del concreto liviano; para para azoteas	a) El concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la compresión del concreto liviano; para para azoteas en							carga ultima
				Resistencia a la flexión	Largo de viga				
					Base de viga				
			Carga ultima soportada						
								Ficha de recolección de datos para resistencia a compresión	

	en viviendas, Lima, 2023	viviendas, Lima, 2023						
b) ¿De qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la flexión del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023?.	b) Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la flexión del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023	b) El concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la flexión del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023	Variable dependiente (propiedades mecánicas del concreto liviano)		Alto de viga			Ficha de recolección de datos para resistencia a flexión
				Resistencia a la tracción	Altura del cilindro			
					Diámetro del cilindro			
c) ¿De qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la tracción del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023?.	c) Determinar de qué manera el concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la tracción del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023	c)El concreto con perlas de poliestireno influye en la resistencia a la tracción del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023			Carga ultima			Ficha de recolección de datos para resistencia a tracción

**Anexo 3. Ficha de recolección de datos**

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 						
Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido: "Resistencia a compresión"						
Título: "Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023"						
AUTOR		CÓDIGO		MUESTRA		
Alvites Guevara, Jheyner Willeams		7001124898		Probeta cilíndrica (15x30cm) 176.63 cm <sup>2</sup>		
Descripción	Edad/días	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Máxima resistencia (kgf)	Área de muestra en (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	28	210	45290	176.63	256.4	259.1
	28	210	46560	176.63	263.4	
	28	210	45430	176.63	257.2	
1% poliestireno	28	210	42440	176.63	240.3	242.8
	28	210	42630	176.63	241.4	
	28	210	43570	176.63	246.7	
2% poliestireno	28	210	40680	176.63	230.3	225.8
	28	210	39730	176.63	224.9	
	28	210	39250	176.63	222.2	
5% poliestireno	28	210	35910	176.63	203.3	201.4
	28	210	34990	176.63	198.1	
	28	210	35840	176.83	202.9	
10% poliestireno	28	210	26840	176.63	152	154.5
	28	210	27870	176.63	157.8	
	28	210	27180	176.63	153.9	

# FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido:  
"Resistencia a tracción"

Título: "Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023"

AUTOR	CÓDIGO	MUESTRA
Alvites Guevara, Jheyner Willeams	7001124898	Probeta cilíndrica (15x30cm)

Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Máxima resistencia (kgf)	Diámetro (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	31-05-23	28-06-23 28-06-23	210	16530	15	23.40	
	31-05-23	28-06-23	210	15820	15	22.39	22.89
1% poliestireno	31-05-23	28-06-23	210	14840	15	21.00	
	31-05-23	28-06-23	210	15220	15	21.54	21.27
2% poliestireno	31-05-23	28-06-23	210	14210	15	20.11	
	31-05-23	28-06-23	210	14980	15	21.20	20.66
5% poliestireno	31-05-23	28-06-23	210	13540	15	19.16	
	31-05-23	28-06-23	210	12870	15	18.22	18.69
10% poliestireno	31-05-23	28-06-23	210	11130	15	15.75	
	31-05-23	28-06-23	210	10210	15	14.45	15.10

# FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido:  
"Resistencia a flexión"

Título: "Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023"

AUTOR		CÓDIGO		MUESTRA			
Alvites Guevara, Jheyner Willeams		7001124898		Viga (15x15x50cm)			
Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Máxima resistencia (kgf)	Longitud (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patrón	31-05-23	28-06-23	210	2080	50	30.81	30.00
	31-05-23	28-06-23	210	1970	50	29.19	
1% poliestireno	31-05-23	28-06-23	210	2000	50	29.63	29.11
	31-05-23	28-06-23	210	1930	50	28.59	
2% poliestireno	31-05-23	28-06-23	210	1890	50	28.00	28.30
	31-05-23	28-06-23	210	1930	50	28.59	
5% poliestireno	31-05-23	28-06-23	210	1710	50	25.33	25.56
	31-05-23	28-06-23	210	1740	50	25.78	
10% poliestireno	31-05-23	28-06-23	210	1510	50	22.37	21.63
	31-05-23	28-06-23	210	1410	50	20.89	

## Anexo 4. Resultados de laboratorio



Cel.: 916 333 983 / 986 575 242  
 Fijo: 01 656 6232  
 informes@jcgeotecniasac.com  
 Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
 Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

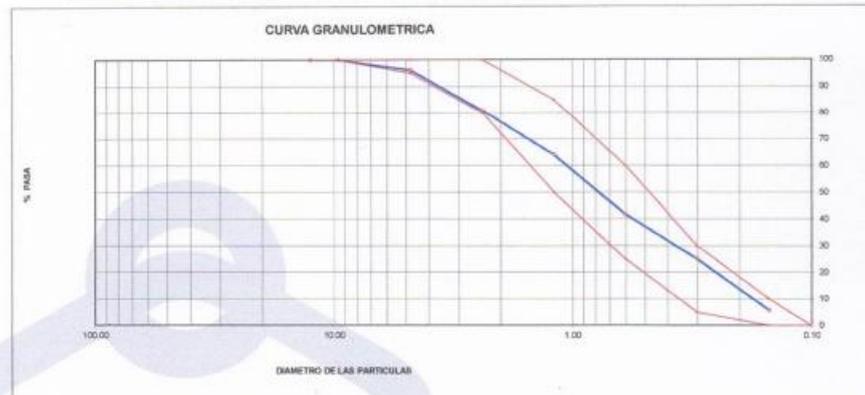
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

### LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 29/05/2023
<b>SOLICITANTE</b>	: Alvin Guevara, Jheyner Williams	
<b>TESIS</b>	: Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023	
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima	

<b>MATERIAL</b>	: Agregado fino	<b>CANTERA</b>	: Trapiche
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	842.2	<b>% W</b>	: 1.6
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	829.1	<b>MF</b>	: 2.85

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	32.0	3.9	3.9	96.1	95 - 100
Nº8	2.38	126.2	15.2	19.1	80.9	80 - 100
Nº 16	1.19	138.9	16.8	35.9	64.1	50 - 85
Nº 30	0.60	185.2	22.3	58.2	41.8	25 - 60
Nº 50	0.30	138.6	16.7	74.9	25.1	05 - 30
Nº 100	0.15	160.4	19.3	94.2	5.8	0 - 10
FONDO		47.8	5.8	100.0	0.00	



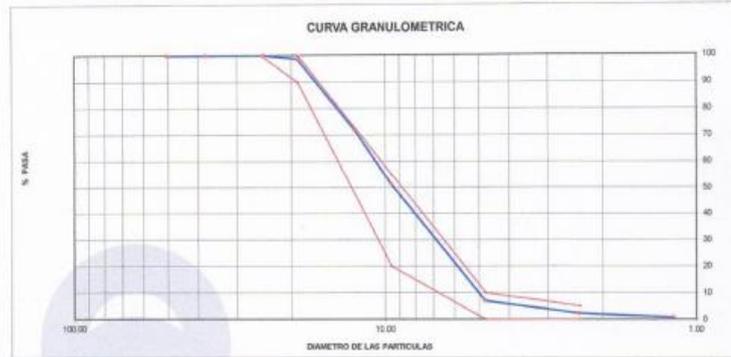
**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PAZOUK INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO	Código	FOR-LTC-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio					
<b>SOLICITANTE</b>	: Alvin Guevara, Jheyner Williams					
<b>TESIS</b>	: Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azotes en viviendas, Lima, 2023					
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima		<b>Fecha de ensayo:</b> 29/05/2023			
<b>MATERIAL</b>	: AGREGADO GRUESO	<b>CANTERA:</b> Trapiche				
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	1,723.44	% W =	0.5			
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	1,715.23	MF =	0.40			
<b>MALLAS</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>MATERIAL RETENIDO (g)</b>	<b>(%)</b>	<b>% ACUMULADOS Retenido</b>	<b>Pasa</b>	<b>ESPECIFICACIONES HUSO # 87</b>
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	23.1	1.3	1.3	98.7	100
1/2"	12.50	460.2	26.8	28.2	71.8	90-100
3/8"	9.53	351.5	20.5	48.7	51.3	20-55
Nº 4	4.75	780.5	44.3	93.0	7.0	0-10
Nº 8	2.38	81.3	4.7	97.8	2.2	0-5
Nº 16	1.18	24.5	1.4	99.2	0.8	
FONDO		14.1	0.8	100.0	0.0	



**OBSERVACIONES:**

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
- Según la NORMA ASTM C33, en la tabla de requisitos granulométricos del agregado grueso con el porcentaje que pasa por los tamices normalizados se puede apreciar que la granulometría está dentro del Huso #467

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221455 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO
--	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o GIB)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 29/05/2023
<b>SOLICITANTE</b>	: Alvéres Guevara, Jheyner Williams	
<b>TESIS</b>	: Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azoteas en viviendas, Lima, 2023	
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima	

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO **CANTERA**: Trapiche

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	19632	19625	19636
2	Peso del Molde	g	6181	6181	6181
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	13451	13444	13455
4	Volumen del Molde	cc	9134	9134	9134
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.473	1.472	1.473
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cc	1.473		

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	21030	21027	21034
2	Peso del Molde	g	6181	6181	6181
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	14849	14846	14853
4	Volumen del Molde	cc	9134	9134	9134
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.626	1.625	1.626
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cc	1.626		

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29

<b>REFERENCIA</b>	Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	Alvites Guevara, Jheyner Willeams
<b>TESIS</b>	Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azoteas en viviendas, Lima, 2023
<b>UBICACION</b>	Lima
	Fecha de ensayo: 29/05/2023

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA: Trapiche

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7642	7646	7638
2	Peso del Molde	g	2446	2446	2446
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	5196	5200	5192
4	Volumen del Molde	cc	2827	2827	2827
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.838	1.859	1.836
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO</b>		g/cc	<b>1.838</b>		

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	8121	8126	8116
2	Peso del Molde	g	2446	2446	2446
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	5675	5680	5670
4	Volumen del Molde	cc	2827	2827	2827
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	2.007	2.009	2.005
<b>PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO</b>		g/cc	<b>2.007</b>		

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>ABEL MARCELO PARQUEL</b> INGENIERO CIVIL - CIP N° 221459 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.
	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242  
Fijo: 01 656 6232  
informes@jcgeotecniasac.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabaylo - Lima

[www.jcgeotecniasac.com](http://www.jcgeotecniasac.com)

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM C127

REFERENCIA : Datos de laboratorio  
SOLICITANTE : Alales Guevara, Jheyner Williams  
TESIS : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azoteas en viviendas, Lima, 2023  
UBICACION : Lima  
Fecha de ensayo: 29/05/2023

MATERIAL : AGREGADO GRUESO

CANTERA : Trapiche

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1299.0	1270.0	1264.5
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2012	2012	2012.0
3	Peso muestra Seco	C	g	1998	1998	1998.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = BB-A		g/cc	2.67	2.71	2.69
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.65	2.69	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.70	2.74	2.72
7	Absorción de agua = ((B - C)/C)*100		%	0.70	0.70	0.7

OBSERVACIONES:

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221466 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	AM-JC

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C128

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Alvels Guevara, Jheyner Williams
<b>TESIS</b>	: Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano para azoteas en viviendas, Lima, 2023
<b>UBICACION</b>	: Lima

Fecha de ensayo: 29/05/2023

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : Trapiche

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	755.78	759.32	757.6
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	296.11	296.11	296.1
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	459.67	463.21	461.4
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/oc	294.69	294.45	294.57
5	Peso del Balón N° 2	g/oc	196.11	196.11	196.11
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/oc	98.570	98.34	98.46
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	504.0	504.0	504.0

RESULTADOS				
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.59	2.59	2.59
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.63	2.63	2.63
PESO ESPECÍFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)-(500-A)])	g/cc	2.69	2.69	2.69
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]	%	1.4	1.4	1.4

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>ABEL MARCELO PARQUEL</b> INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <b>Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001					
		Revisión	1					
		Aprobado	AM-JC					
		Fecha						
<b>LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO ACI 211 (Diseño patron)</b>								
<b>REFERENCIA</b> : Datos del Laboratorio <b>SOLICITANTE</b> : Alvin Guavara, Jheyner Williams <b>TESIS</b> : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azoteas en viviendas, Lima, 2023 <b>UBICACIÓN</b> : Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 30/05/2023</span>								
f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>								
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>		
CEMENTO SOL TIPO 1	3.13							
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.59	2.86	1.6	1.4	1838.0	2007.0		
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67		0.5	0.7	1473.0	1626.0		
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>								
1	ASENTAMIENTO			4	in			
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4	in			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56				
4	AGUA			205				
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0				
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37				
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>								
<b>FACTOR CEMENTO</b>					366	Kg/m <sup>3</sup>	8.6	Bts/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento					0.1170	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agua					0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Aire					0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>							0.342	
Volumen absoluto del Agregado fino					0.2841	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		0.656
Volumen absoluto del Agregado grueso					0.3739	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>							1.000	
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>								
CEMENTO					366	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA					205	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO					736	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO					998	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>					2305	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>								
AGREGADO FINO HUMEDO					747.7	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO					1003.4	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>								
AGREGADO FINO					0.002	Lts/m <sup>3</sup>	1.5	
AGREGADO GRUESO					-0.002	Lts/m <sup>3</sup>	-0.5	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>							205.5	Lts/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>								
CEMENTO					366	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA					206	Lts/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO					748	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO					1003	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>					2323	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES 42.50 kg</b>								
CEMENTO					42.50	Kg		
AGUA					23.86	Lts		
AGREGADO FINO					86.80	Kg		
AGREGADO GRUESO					116.49	Kg		
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>								
C					1.0			
A.F					2.04			
A.G					2.74			
H <sub>2</sub> O					0.9			
<b>Elaborado por:</b>			<b>Aprobado por:</b>					
	ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL, CIP N° 821456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.		CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.		Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO			
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos							



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242  
Fijo: 01 656 6232  
informes@jcgeotecniasac.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001																																																																																																																																																																															
		Revisión	1																																																																																																																																																																															
		Aprobado	AM-JC																																																																																																																																																																															
		Fecha																																																																																																																																																																																
<b>LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO</b> <b>ACI 211 (1% Perlas de poliestireno)</b>																																																																																																																																																																																		
<p>REFERENCIA : Datos del Laboratorio  SOLICITANTE : Aviles Guevara, Jheyner Williams  TESIS : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azoteas en viviendas, Lima, 2023  UBICACIÓN : Lima</p> <p style="text-align: right;">Fecha de ensayo: 30/05/2023</p>																																																																																																																																																																																		
f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																		
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																												
CEMENTO SOL TIPO 1	3.13																																																																																																																																																																																	
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.59	2.86	1.6	1.4	1638.0	2007.0																																																																																																																																																																												
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67		0.5	0.7	1473.0	1626.0																																																																																																																																																																												
<p><b>A) VALORES DE DISEÑO</b></p> <table border="0"> <tr><td>1</td><td>ASENTAMIENTO</td><td></td><td></td><td>4</td><td>pu/g</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>TAMAÑO MAXIMO NOMINAL</td><td></td><td></td><td>3/4</td><td>pu/g</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td>RELACION AGUA CEMENTO</td><td></td><td></td><td>0.56</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td>AGUA</td><td></td><td></td><td>205</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td>TOTAL DE AIRE ATRAPADO %</td><td></td><td></td><td>2.0</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td>VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO</td><td></td><td></td><td>0.37</td><td></td><td></td></tr> </table> <p><b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b></p> <table border="0"> <tr><td colspan="2"><b>FACTOR CEMENTO</b></td><td>366</td><td></td><td>Kg/m<sup>3</sup></td><td>8.6</td><td>Bts/m<sup>2</sup></td></tr> <tr><td colspan="2">Volumen absoluto del cemento</td><td></td><td></td><td>0.1170</td><td>m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Volumen absoluto del Agua</td><td></td><td></td><td>0.2050</td><td>m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Volumen absoluto del Aire</td><td></td><td></td><td>0.0200</td><td>m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2"><b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.342</td></tr> <tr><td colspan="2">Volumen absoluto del Agregado fino</td><td></td><td></td><td>0.2813</td><td>m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Volumen absoluto del Agregado grueso</td><td></td><td></td><td>0.3739</td><td>m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2"><b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>0.997</td></tr> </table> <p><b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b></p> <table border="0"> <tr><td>CEMENTO</td><td>366</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>AGUA</td><td>205</td><td>Lts/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>AGREGADO FINO</td><td>729</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>AGREGADO GRUESO</td><td>998</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td><b>PESO DE MEZCLA</b></td><td><b>2298</b></td><td><b>Kg/m<sup>3</sup></b></td></tr> </table> <p><b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b></p> <table border="0"> <tr><td>AGREGADO FINO HUMEDO</td><td>740.2</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>AGREGADO GRUESO HUMEDO</td><td>1003.4</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> </table> <p><b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b></p> <table border="0"> <tr><td>AGREGADO FINO</td><td>0.002</td><td>1.5</td></tr> <tr><td>AGREGADO GRUESO</td><td>-0.002</td><td>-2.0</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>-0.5</td></tr> <tr><td><b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b></td><td></td><td><b>205.5</b></td></tr> <tr><td></td><td></td><td><b>Lts/m<sup>3</sup></b></td></tr> </table> <p><b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b></p> <table border="0"> <tr><td>CEMENTO</td><td>366</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>AGUA</td><td>206</td><td>Lts/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>AGREGADO FINO</td><td>740</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>AGREGADO GRUESO</td><td>1003</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td>PERLAS DE POLIESTIRENO</td><td>0.064</td><td>Kg/m<sup>3</sup></td></tr> <tr><td><b>PESO DE MEZCLA</b></td><td><b>2315</b></td><td><b>Kg/m<sup>3</sup></b></td></tr> </table> <p><b>G) CANTIDAD DE MATERIALES 42.50 kg</b></p> <table border="0"> <tr><td>CEMENTO</td><td>42.50</td><td>Kg</td></tr> <tr><td>AGUA</td><td>23.86</td><td>Lts</td></tr> <tr><td>AGREGADO FINO</td><td>85.93</td><td>Kg</td></tr> <tr><td>AGREGADO GRUESO</td><td>116.49</td><td>Kg</td></tr> </table> <p style="text-align: right;">PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</p> <table border="0"> <tr><td>C</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>A.F</td><td>2.02</td></tr> <tr><td>A.G</td><td>2.74</td></tr> <tr><td>H2o</td><td>0.6</td></tr> </table>							1	ASENTAMIENTO			4	pu/g		2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4	pu/g		3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56			4	AGUA			205			5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37			<b>FACTOR CEMENTO</b>		366		Kg/m <sup>3</sup>	8.6	Bts/m <sup>2</sup>	Volumen absoluto del cemento				0.1170	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		Volumen absoluto del Agua				0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.342	Volumen absoluto del Agregado fino				0.2813	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3739	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						0.997	CEMENTO	366	Kg/m <sup>3</sup>	AGUA	205	Lts/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	729	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO	998	Kg/m <sup>3</sup>	<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2298</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	AGREGADO FINO HUMEDO	740.2	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO HUMEDO	1003.4	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	0.002	1.5	AGREGADO GRUESO	-0.002	-2.0			-0.5	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>		<b>205.5</b>			<b>Lts/m<sup>3</sup></b>	CEMENTO	366	Kg/m <sup>3</sup>	AGUA	206	Lts/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	740	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO	1003	Kg/m <sup>3</sup>	PERLAS DE POLIESTIRENO	0.064	Kg/m <sup>3</sup>	<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2315</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>	CEMENTO	42.50	Kg	AGUA	23.86	Lts	AGREGADO FINO	85.93	Kg	AGREGADO GRUESO	116.49	Kg	C	1.0	A.F	2.02	A.G	2.74	H2o	0.6
1	ASENTAMIENTO			4	pu/g																																																																																																																																																																													
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			3/4	pu/g																																																																																																																																																																													
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.56																																																																																																																																																																														
4	AGUA			205																																																																																																																																																																														
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0																																																																																																																																																																														
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.37																																																																																																																																																																														
<b>FACTOR CEMENTO</b>		366		Kg/m <sup>3</sup>	8.6	Bts/m <sup>2</sup>																																																																																																																																																																												
Volumen absoluto del cemento				0.1170	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																													
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																													
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																													
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.342																																																																																																																																																																												
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2813	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																													
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3739	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																													
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						0.997																																																																																																																																																																												
CEMENTO	366	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
AGUA	205	Lts/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
AGREGADO FINO	729	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
AGREGADO GRUESO	998	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2298</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>																																																																																																																																																																																
AGREGADO FINO HUMEDO	740.2	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
AGREGADO GRUESO HUMEDO	1003.4	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
AGREGADO FINO	0.002	1.5																																																																																																																																																																																
AGREGADO GRUESO	-0.002	-2.0																																																																																																																																																																																
		-0.5																																																																																																																																																																																
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>		<b>205.5</b>																																																																																																																																																																																
		<b>Lts/m<sup>3</sup></b>																																																																																																																																																																																
CEMENTO	366	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
AGUA	206	Lts/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
AGREGADO FINO	740	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
AGREGADO GRUESO	1003	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
PERLAS DE POLIESTIRENO	0.064	Kg/m <sup>3</sup>																																																																																																																																																																																
<b>PESO DE MEZCLA</b>	<b>2315</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>																																																																																																																																																																																
CEMENTO	42.50	Kg																																																																																																																																																																																
AGUA	23.86	Lts																																																																																																																																																																																
AGREGADO FINO	85.93	Kg																																																																																																																																																																																
AGREGADO GRUESO	116.49	Kg																																																																																																																																																																																
C	1.0																																																																																																																																																																																	
A.F	2.02																																																																																																																																																																																	
A.G	2.74																																																																																																																																																																																	
H2o	0.6																																																																																																																																																																																	
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>																																																																																																																																																																																
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO																																																																																																																																																																																

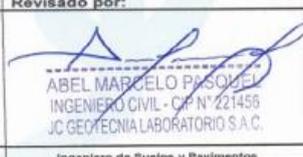
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001			
		Revisión	1			
		Aprobado	AM-JC			
		Fecha				
<b>LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO</b> <b>ACI 211 (2% Perlas de poliestireno)</b>						
REFERENCIA : Datos del Laboratorio SOLICITANTE : Alvin Guevara, Jheyner Williams TESIS : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azoteas en viviendas. Lima, 2023 UBICACIÓN : Lima		Fecha de ensayo: 30/05/2023				
f'c 210 kg/cm2						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO 1	3.13	2.88	1.6	1.4	1838.0	2007.0
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.59					
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67					
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>				4	pu/g	
1	ASENTAMIENTO			0.34		
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			0.58		
3	RELACION AGUA CEMENTO			205		
4	AGUA			2.0		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			0.37		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO					
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>				266	Kg/m <sup>3</sup>	0.6
<b>FACTOR CEMENTO</b>						0.652
Volumen absoluto del cemento				0.1170	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.342
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2784	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3739	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						0.994
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				366	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				205	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				721	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				988	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2291	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				732.7	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				1003.4	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				0.002	1.4	
AGREGADO GRUESO				-0.002	-2.0	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						205.6
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				366	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				206	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				733	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				1003	Kg/m <sup>3</sup>	
PERLAS DE POLIESTIRENO				0.125	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2368	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES 42.50 kg</b>						
CEMENTO				42.50	Kg	
AGUA				23.86	Lts	
AGREGADO FINO				85.07	Kg	
AGREGADO GRUESO				116.49	Kg	
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C				1.0		
A-F				2.80		
A-G				2.74		
H2o				0.8		
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:				
 Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASOS INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.				
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO				



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242  
Fijo: 01 656 6232  
informes@jcgeotecniasac.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001			
		Revisión	1			
		Aprobado	AM-JC			
		Fecha				
<b>LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO</b> <b>ACI 211 (5% Perlas de poliestireno)</b>						
<b>REFERENCIA</b> : Datos del Laboratorio <b>SOLICITANTE</b> : Alvin Guevara, Jheyner Williams <b>TESIS</b> : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azoteas en viviendas, Lima, 2023 <b>UBICACIÓN</b> : Lima		<b>Fecha de ensayo:</b> 30/05/2023				
<b>f'c 210 kg/cm<sup>2</sup></b>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO 1	3.13	2.90	1.6	1.4	1838.0	2007.0
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.59					
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67					
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>				4	pu/g	
1	ASENTAMIENTO			34	pu/g	
2	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL			0.56		
3	RELACION AGUA CEMENTO			205		
4	AGUA			2.0		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			0.37		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO					
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>				366	Kg/m <sup>3</sup>	8.6
<b>FACTOR CEMENTO</b>						Bts/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del cemento				0.1170	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.342
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2999	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.544
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3739	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						0.986
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				366	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				205	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				699	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				998	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2269	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				710.3	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				1003.4	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				1.4	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				-0.002	L/m <sup>3</sup>	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>						
AGREGADO FINO				205.6	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				-0.6	L/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				366	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				206	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				710	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				1003	Kg/m <sup>3</sup>	
PERLAS DE POLIESTIRENO				0.320	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2286	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES 42.50 kg</b>						
CEMENTO				42.50	Kg	
AGUA				23.87	Lts	
AGREGADO FINO				82.46	Kg	
AGREGADO GRUESO				116.49	Kg	
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C				1.0		
A.F				1.94		
A.G				2.74		
H2o				0.6		
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>				
 JEFE DEL LABORATORIO	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.				
Jefe del Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO				



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242  
Fijo: 01 656 6232  
informes@jcgeotecniasac.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabaylo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001			
		Revisión	1			
		Aprobado	AM-JC			
		Fecha				
<b>LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO</b> <b>ACI 211 (10% Perlas de poliestireno)</b>						
<b>REFERENCIA</b> : Datos del Laboratorio <b>SOLICITANTE</b> : Alvin Guevara, Jheyner Williams <b>TESIS</b> : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023 <b>UBICACIÓN</b> : Lima		Fecha de ensayo: 30/05/2023				
<b>F<sub>c</sub> 210 kg/cm<sup>2</sup></b>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO p/cc	MÓDULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SCL TIPO 1	3.13	2.86	1.6	1.4	1838.0	2007.0
AGREGADO FINO - CANTERA TRAPICHE	2.59					
AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE	2.67					
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>				4	pu/g	
1	ASENTAMIENTO			34	pu/g	
2	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			0.59		
3	RELACION AGUA CEMENTO			208		
4	AGUA			2.0		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			0.37		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO					
<b>B) ANÁLISIS DE DISEÑO</b>				366	Kg/m <sup>3</sup>	8.6
<b>FACTOR CEMENTO</b>				0.1170	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del cemento				0.2050	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agua				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire						0.342
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>				0.2557	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	<b>0.636</b>
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3739	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Agregado grueso						<b>0.972</b>
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>				395	Kg/m <sup>3</sup>	
CEMENTO				205	L/m <sup>3</sup>	
AGUA				662	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				908	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				2232	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>						
<b>D) CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>				672.9	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO HUMEDO				1023.4	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO					%	1.3
<b>E) CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>				0.002	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				-0.002		-2.0
AGREGADO GRUESO						-0.7
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					295.7	L/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>				366	Kg/m <sup>3</sup>	
CEMENTO				206	L/m <sup>3</sup>	
AGUA				673	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				1003	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				0.639	Kg/m <sup>3</sup>	
PERLAS DE POLIESTIRENO				2248	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>						
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES 42.59 kg</b>				42.50	Kg	
CEMENTO				23.88	Lts	
AGUA				78.12	Kg	
AGREGADO FINO				116.49	Kg	
AGREGADO GRUESO						
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						
C				1.0		
A.F				1.84		
A.G				2.74		
H <sub>2</sub> O				0.6		
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>				
 JC Geotecnia Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL, CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.				
JC Geotecnia Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO				

## REPORTE DE MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND ASTM C143 / NTP 339.035

**SOLICITADO POR:** ALVITES GUEVARA, JHEYNER WILLEAMS

**ASUNTO:** INFLUENCIA DEL CONCRETO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIVIANO; PARA AZOTEAS EN VIVIENDAS, LIMA, 2023

IDENTIFICACIÓN	ASENTAMIENTO CENTIMETROS
PATRON	9.65
1% POLIESTIRENO	9.14
2% POLIESTIRENO	8.64
5% POLIESTIRENO	7.62
10% POLIESTIRENO	4.57



**MÉTODO DEL SLUMP**

  
ABEL MARCELO PASQUEL  
INGENIERO CIVIL - O.P. N° 221455  
JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	2
		Aprobado	AM-JC
		Fecha	3/01/2022

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Alvites Guevara, Jheymer Willems
PROYECTO	: Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de emisión: 29/06/2023	

Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad/días	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Maxima resistencia (kgf)	Area (cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
Patron	31/05/2023	28/06/2023	28	210	45290	176.63	256.4	259.1
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	46560	176.63	263.6	
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	45430	176.63	257.2	
1% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	42440	176.63	240.3	242.8
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	42630	176.63	241.4	
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	43570	176.63	246.7	
2% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	40680	176.63	230.3	225.8
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	39730	176.63	224.9	
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	39250	176.63	222.2	
5% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	35910	176.63	203.3	201.4
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	34990	176.63	198.1	
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	35840	176.63	202.9	
10% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	26840	176.63	152.0	154.5
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	27870	176.63	157.8	
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	27180	176.63	153.9	

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material reafortante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



**JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC**  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242  
Fijo: 01 656 6232  
informes@jcgeotecniasac.com  
Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabayllo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

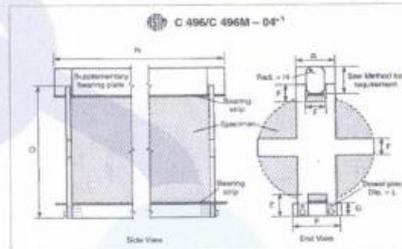
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO		Código	AE-FO-128
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS		Versión	01
			Fecha	02-01-2023
			Página	1 de 1

TEGSI : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano, para azoteas en viviendas, Lima, 2023  
SOLICITANTE : Alvin Guevara, Jheyner Williams  
UBICACIÓN : Lima  
FECHA DE EMISIÓN : 28/06/2023

Tipo de muestra : Concreto  
Presentación : Especímenes Cilíndricos (8"x12")

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS ASTM C496

Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	F'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Maxima resistencia (kgf)	Diametro (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patron	31/05/2023	28/06/2023	28	210	16530	15	23.40	22.89
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	15820	15	22.39	
1% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	14840	15	21.00	21.27
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	15220	15	21.54	
2% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	14210	15	20.11	20.66
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	14980	15	21.20	
5% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	13540	15	19.16	18.69
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	12870	15	18.22	
10% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	11130	15	15.75	15.10
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	10210	15	14.45	



OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de JC GEOTECNIA LABORATORIO.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</small>	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. <small>Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO</small>	

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	02-01-2023
		Página	1 de 1

TESIS : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023  
SOLICITANTE : Alvites Guevara, Jheyner Willeams  
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima  
FECHA DE EMISIÓN : 28/06/2023 FECHA DE ENSAYO : 28/06/2023  
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Maxima resistencia (kgf)	Longitud (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Patron	31/05/2023	28/06/2023	28	210	2080	50	30.81	30.00
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	1970	50	29.19	
1% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	2000	50	29.63	29.11
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	1930	50	28.59	
2% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	1890	50	28.00	28.30
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	1930	50	28.59	

OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 J.C. Geotecnia Laboratorio SAC Jefe de Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUEL INGENIERO CIVIL - C.P. N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO



JC GEOTECNIA LABORATORIO SAC  
SUELOS-CONCRETO-ASFALTO

Cel.: 916 333 983 / 986 575 242

Fijo: 01 656 6232

informes@jcgeotecniasac.com

Asociación Villa Gloria Mz D Lt 2  
Carabaylo - Lima

www.jcgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124	
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01	
		Fecha	02-01-2023	
		Página	1 de 1	

TESIS : Influencia del concreto con perlas de poliestireno en las propiedades mecánicas del concreto liviano; para azoteas en viviendas, Lima, 2023  
SOLICITANTE : Alvin Guevara, Jheyner Williams  
UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima  
FECHA DE EMISIÓN : 28/06/2023  
FECHA DE ENSAYO : 28/06/2023  
Tipo de muestra : Concreto endurecido  
Presentación : Especímenes prismáticos  
F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

Descripción	Fecha de vaciado	Fecha de rotura	Edad en días	f'c Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	Maxima resistencia (kgf)	Longitud (cm)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
5% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	1710	50	25.33	25.56
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	1740	50	25.78	
10% poliestireno	31/05/2023	28/06/2023	28	210	1510	50	22.37	21.63
	31/05/2023	28/06/2023	28	210	1410	50	20.89	

OBSERVACIONES:

- \* Muestras Proporcionadas por el solicitante
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de JC GEOTECNIA LABORATORIO.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 JC Geotecnia Laboratorio	 ABEL MARCELO PASQUIEL INGENIERO CIVIL - CIP N° 221456 JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C. Control de Calidad JC GEOTECNIA LABORATORIO

## Anexo 5. Confiabilidad

# Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## TEST & CONTROL S.A.C.

### Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemos N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023

**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cedula N° : 230-2019-INACAL/DA

Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA

Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y código de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web: [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorial/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categorial/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-CIP-02M Ver. 02

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 14500 - 2022

Proforma : 13360A Fecha de Emisión : 2022-08-23

Solicitante : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.  
Dirección : MZA. D LOTE. 02 A.V. VILLA GLORIA LIMA - LIMA - CARABAYLLO

Equipo : Horno  
Marca : FORMA SCIENTIFIC  
Modelo : No indica  
Número de Serie : 32855-158  
Identificación : No indica  
Procedencia : EE.UU.  
Circulación del aire : Turbulencia  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2022-08-12

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	Digital	0 °C a 800 °C	1 °C
Selector	Digital	0 °C a 250 °C	1 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Lugar de calibración  
Instalaciones de TEST & CONTROL S.A.C.

### Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	18,9 °C	69 %hr	221 V
Final	19,4 °C	68 %hr	220 V

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

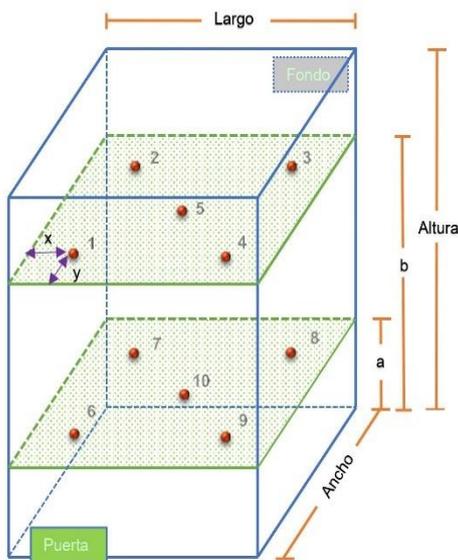


Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0849-2021 Octubre 2021

Ubicación de los sensores dentro del medio isoterma



Largo :	45,0 cm	Plano inferior (a) :	10,0 cm	x :	5,0 cm
Ancho :	45,0 cm	Plano superior (b) :	54,0 cm	y :	5,0 cm
Altura :	64,0 cm				

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.  
El medio isoterma tenia 5 parrillas al momento de iniciar la calibración.

Nomenclatura de abreviaturas

t	: Instante de tiempo en minutos.	T.PROM	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
I	: Indicación del termómetro del equipo.	Tprom	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T. MÁX	: Temperatura máxima por sensor	DTT	: Desviación de temperatura en el tiempo.
T. MÍN	: Temperatura mínima por sensor		
T. max	: Temperatura máxima para un instante dado.		
T. min	: Temperatura mínima para un instante dado.		

Resultados de medición (1er punto de calibración)

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador/ Selector	Tiempo de Calentamiento Estabilización	Porcentaje de carga	Descripción de la carga
110 °C ± 10 °C	110 °C	120 min	--	--

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> T <sub>min</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	104,7	107,4	113,7	106,7	106,8	102,9	108,9	109,1	109,0	111,2	108,0	10,9
00:30	110	104,7	107,4	113,9	106,6	106,8	103,0	109,3	109,3	108,9	111,3	108,1	11,0
01:00	110	104,9	107,4	113,0	106,6	106,7	103,4	109,2	109,6	109,0	111,4	108,1	9,7
01:30	110	104,7	107,2	114,0	106,5	106,7	103,3	109,4	109,7	109,1	111,7	108,2	10,8
02:00	110	104,6	107,4	113,7	106,5	106,7	103,5	109,4	109,9	109,1	111,9	108,3	10,3
02:30	110	104,7	107,2	113,5	106,5	106,7	103,2	109,7	110,0	109,4	112,1	108,3	10,4
03:00	110	104,5	107,2	113,5	106,5	106,7	103,0	109,9	110,1	109,5	112,0	108,3	10,6
03:30	110	104,7	107,2	113,6	106,5	106,7	103,5	110,1	110,4	109,5	112,4	108,5	10,2
04:00	110	104,9	107,2	113,7	106,6	106,7	103,4	110,0	110,4	109,7	112,3	108,5	10,4
04:30	110	104,8	107,2	114,0	106,6	106,8	103,1	110,1	110,6	110,0	112,4	108,6	11,0
05:00	110	104,8	107,4	114,1	106,5	106,8	103,2	110,2	110,6	109,6	112,4	108,6	11,0
05:30	110	105,0	107,5	113,7	106,6	106,8	103,4	110,2	110,6	109,7	112,3	108,6	10,4
06:00	110	104,8	107,4	114,3	106,7	107,0	103,8	110,1	110,5	109,8	112,2	108,7	10,6
06:30	110	104,8	107,5	114,4	106,7	107,0	103,8	110,1	110,5	109,8	112,0	108,7	10,7
07:00	110	104,8	107,5	114,1	106,7	106,8	103,7	110,1	110,5	109,7	112,2	108,6	10,5
07:30	110	104,9	107,5	114,1	106,6	107,0	103,0	109,9	110,5	109,8	112,2	108,5	11,2
08:00	110	104,8	107,5	114,7	106,8	107,0	103,8	109,9	110,5	109,7	112,4	108,7	11,0
08:30	110	104,8	107,5	114,4	106,6	107,0	103,8	109,9	110,2	109,8	112,2	108,6	10,7
09:00	110	104,9	107,5	114,2	106,6	107,0	103,3	109,9	110,4	109,5	112,1	108,5	11,0
09:30	110	105,2	107,5	114,5	106,6	107,0	103,1	110,2	110,5	109,9	112,3	108,7	11,5
10:00	110	104,9	107,5	114,0	106,6	107,0	103,5	109,9	110,6	109,9	112,3	108,6	10,6
10:30	110	105,1	107,5	114,6	106,6	107,0	103,7	110,0	110,6	109,7	112,3	108,7	11,0
11:00	110	104,9	107,5	113,7	106,8	107,0	103,6	110,3	110,6	109,9	112,2	108,6	10,2
11:30	110	104,9	107,5	115,0	106,8	107,0	103,7	110,4	110,9	110,0	112,4	108,9	11,4
12:00	110	104,9	107,5	114,0	106,8	107,1	104,0	110,3	110,7	109,8	112,4	108,7	10,1
12:30	110	105,2	107,6	114,5	106,8	107,1	103,8	110,2	110,5	109,8	112,3	108,8	10,8
13:00	110	105,1	107,6	113,7	106,8	107,1	103,6	110,2	110,4	109,5	111,9	108,6	10,2
13:30	110	104,8	107,6	113,7	106,8	107,1	103,8	109,9	110,5	109,5	112,2	108,6	10,0
14:00	110	105,0	107,6	114,2	106,8	107,1	103,6	110,0	110,5	109,9	112,2	108,7	10,7
14:30	110	105,0	107,6	115,0	106,8	107,1	103,2	110,0	110,5	109,7	112,0	108,7	11,9
15:00	110	104,9	107,5	113,9	106,8	107,1	103,6	110,0	110,4	109,7	112,0	108,6	10,4

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
15:30	110	105,1	107,6	114,0	106,8	107,1	103,7	109,7	110,2	109,5	112,0	108,6	10,4
16:00	110	104,7	107,6	113,7	106,8	107,1	103,5	109,7	110,0	109,3	111,7	108,4	10,3
16:30	110	104,9	107,5	114,0	106,7	107,1	103,7	109,9	110,0	109,3	111,8	108,5	10,4
17:00	110	104,9	107,5	114,1	106,8	107,0	103,4	109,8	110,1	109,6	112,0	108,5	10,8
17:30	110	105,1	107,5	113,9	106,7	107,0	103,3	109,8	110,2	109,5	112,0	108,5	10,7
18:00	110	104,8	107,5	114,1	106,8	107,0	103,2	110,1	110,4	109,4	112,0	108,5	11,0
18:30	110	104,9	107,5	114,4	106,7	107,0	103,4	110,3	110,5	109,6	112,3	108,7	11,1
19:00	110	104,8	107,5	114,2	106,8	107,0	103,6	110,1	110,6	109,8	112,4	108,7	10,7
19:30	110	105,0	107,5	114,4	106,7	107,0	103,9	110,5	110,8	110,3	112,5	108,9	10,6
20:00	110	104,9	107,7	114,2	106,7	107,1	104,0	110,3	110,8	110,1	112,5	108,8	10,3
20:30	110	105,1	107,5	114,7	106,8	107,1	103,8	110,3	110,8	109,8	112,2	108,8	11,0
21:00	110	104,9	107,5	114,3	106,8	107,1	103,6	110,3	110,5	110,0	112,3	108,7	10,8
21:30	110	104,8	107,7	114,2	106,8	107,1	103,7	110,2	110,2	109,5	111,8	108,6	10,6
22:00	110	104,9	107,7	114,1	106,8	107,1	103,3	109,8	110,2	109,5	111,9	108,5	10,9
22:30	110	104,9	107,7	113,6	106,8	107,1	103,3	109,8	110,0	109,1	111,8	108,4	10,4
23:00	110	104,9	107,7	113,6	106,8	107,0	103,3	109,6	110,0	109,4	111,5	108,4	10,4
23:30	110	104,9	107,7	114,7	106,8	107,0	103,7	109,5	109,8	109,4	111,5	108,5	11,1
24:00	110	105,1	107,5	113,9	106,8	107,0	103,0	109,6	109,8	109,4	111,7	108,4	11,0
24:30	110	105,0	107,5	114,1	106,7	107,0	103,3	109,5	109,8	109,4	111,7	108,4	10,9
25:00	110	104,7	107,4	114,0	106,7	107,0	103,6	109,7	110,0	109,3	111,8	108,4	10,5
25:30	110	104,9	107,4	114,2	106,7	107,0	103,3	109,8	110,1	109,3	111,8	108,4	11,0
26:00	110	104,6	107,4	114,1	106,7	107,0	103,3	109,7	110,1	109,3	111,8	108,4	10,9
26:30	110	104,9	107,5	113,9	106,7	107,0	103,4	109,9	110,4	109,6	111,8	108,5	10,6
27:00	110	104,9	107,5	114,1	106,7	107,0	103,2	109,9	110,4	109,6	112,3	108,6	11,0
27:30	110	104,9	107,5	114,2	106,7	107,0	103,6	110,3	110,6	109,7	112,3	108,7	10,7
28:00	110	104,8	107,5	113,6	106,7	107,0	104,0	110,2	110,6	109,9	112,4	108,7	9,7
28:30	110	104,9	107,4	114,7	106,7	107,0	104,0	110,3	110,9	110,0	112,4	108,8	10,8
29:00	110	105,0	107,4	114,1	106,7	107,0	103,8	110,6	110,9	110,2	112,6	108,8	10,4
29:30	110	105,1	107,5	114,5	106,8	107,1	103,9	110,6	111,1	110,1	112,7	108,9	10,7
30:00	110	104,9	107,6	114,8	106,8	107,1	103,5	110,6	111,1	110,1	112,8	108,9	11,4

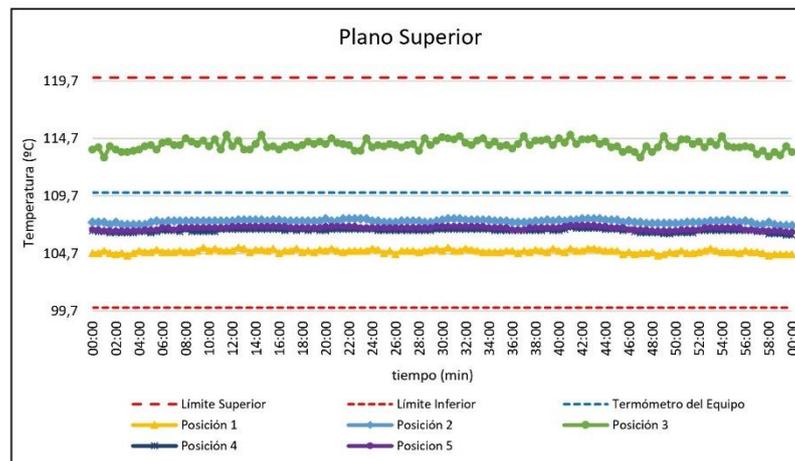
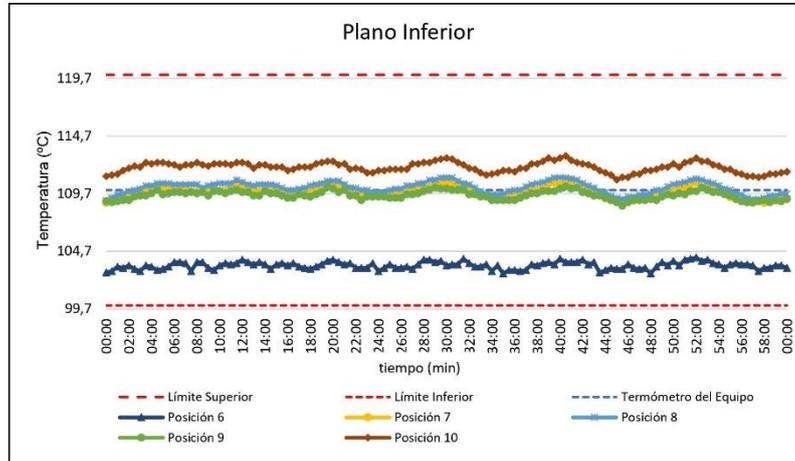
t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
30:30	110	105,2	107,7	114,7	106,8	107,1	103,6	110,6	111,1	110,0	112,7	108,9	11,2
31:00	110	104,9	107,7	114,6	106,8	107,1	103,6	110,6	110,8	110,0	112,4	108,8	11,1
31:30	110	104,9	107,7	114,9	106,8	107,1	104,0	110,2	110,6	110,0	112,2	108,8	10,9
32:00	110	105,1	107,6	114,3	106,8	107,1	103,7	110,3	110,5	109,6	111,9	108,7	10,7
32:30	110	105,0	107,6	114,1	106,8	107,1	103,4	109,9	110,2	109,6	111,8	108,5	10,8
33:00	110	104,9	107,6	114,5	106,8	107,1	103,4	109,7	109,9	109,4	111,5	108,5	11,2
33:30	110	104,8	107,6	114,7	106,8	107,1	103,6	109,5	109,7	109,4	111,3	108,4	11,2
34:00	110	104,8	107,6	114,1	106,8	107,0	103,0	109,5	109,6	109,1	111,4	108,3	11,2
34:30	110	104,8	107,5	114,4	106,7	107,0	103,5	109,3	109,6	109,1	111,5	108,3	11,0
35:00	110	104,8	107,5	114,0	106,7	107,0	102,8	109,4	109,7	109,1	111,7	108,3	11,3
35:30	110	104,9	107,5	114,1	106,7	107,0	103,1	109,6	109,9	109,1	111,7	108,4	11,1
36:00	110	104,9	107,4	113,8	106,7	106,8	103,1	109,6	110,0	109,1	111,6	108,3	10,8
36:30	110	104,7	107,4	114,2	106,7	106,8	103,0	109,6	110,0	109,3	111,9	108,4	11,3
37:00	110	104,9	107,4	114,9	106,7	106,8	103,1	109,9	110,3	109,5	111,9	108,5	11,9
37:30	110	104,8	107,4	114,1	106,7	107,0	103,6	110,1	110,5	109,7	112,3	108,6	10,6
38:00	110	105,0	107,5	114,5	106,7	107,0	103,5	110,0	110,6	109,7	112,3	108,7	11,1
38:30	110	104,9	107,5	114,5	106,7	107,0	103,7	110,2	110,7	109,9	112,5	108,8	10,9
39:00	110	104,8	107,6	114,6	106,8	107,0	103,8	110,6	110,9	109,9	112,8	108,9	10,9
39:30	110	105,1	107,5	114,1	106,7	107,0	103,6	110,7	111,1	109,9	112,6	108,8	10,6
40:00	110	104,9	107,6	114,7	106,7	107,0	104,0	110,5	111,1	110,1	112,8	108,9	10,7
40:30	110	104,8	107,5	114,3	106,8	107,1	103,8	110,7	111,1	110,3	113,0	108,9	10,6
41:00	110	105,1	107,6	115,0	107,0	107,2	103,8	110,7	111,0	110,1	112,6	109,0	11,3
41:30	110	104,9	107,6	114,2	106,9	107,2	103,8	110,3	110,9	110,2	112,4	108,8	10,5
42:00	110	104,9	107,7	114,6	106,9	107,2	104,0	110,2	110,6	109,8	112,3	108,8	10,7
42:30	110	105,1	107,7	114,6	106,9	107,2	103,6	110,1	110,4	109,7	112,2	108,7	11,1
43:00	110	105,1	107,7	114,7	106,9	107,2	103,8	110,1	110,2	109,5	112,0	108,7	11,0
43:30	110	105,0	107,7	114,2	106,9	107,1	102,9	109,8	109,9	109,5	111,7	108,5	11,4
44:00	110	104,9	107,6	114,4	106,8	107,1	103,1	109,3	109,8	109,3	111,5	108,4	11,4
44:30	110	104,9	107,6	113,9	106,8	107,0	103,3	109,3	109,5	109,1	111,3	108,3	10,7
45:00	110	104,9	107,6	114,0	106,8	107,0	103,2	109,2	109,3	108,9	110,9	108,2	10,9

t (min)	l (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>máx</sub> T <sub>mín</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
45:30	110	104,6	107,4	113,5	106,7	107,0	103,2	109,1	109,2	108,6	111,1	108,0	10,4
46:00	110	104,8	107,5	113,7	106,8	106,8	103,6	109,1	109,4	108,9	111,1	108,2	10,2
46:30	110	104,6	107,4	113,5	106,6	106,8	103,3	109,1	109,4	109,1	111,4	108,1	10,3
47:00	110	104,7	107,4	113,0	106,5	106,8	103,2	109,2	109,6	109,1	111,4	108,1	9,9
47:30	110	104,7	107,3	114,0	106,5	106,8	103,3	109,2	109,6	109,1	111,7	108,2	10,8
48:00	110	104,8	107,3	113,5	106,5	106,7	102,8	109,4	109,7	109,2	111,7	108,2	10,8
48:30	110	104,5	107,3	113,9	106,5	106,7	103,4	109,6	110,0	109,1	111,8	108,3	10,6
49:00	110	104,6	107,3	114,9	106,4	106,7	103,8	109,6	110,0	109,4	112,0	108,5	11,2
49:30	110	104,8	107,3	114,0	106,4	106,7	103,5	109,9	110,3	109,6	112,0	108,4	10,6
50:00	110	104,7	107,3	113,9	106,5	106,7	103,9	109,9	110,5	109,5	112,3	108,5	10,1
50:30	110	104,9	107,3	114,6	106,5	106,8	103,5	110,1	110,6	109,7	112,0	108,6	11,2
51:00	110	104,7	107,4	114,6	106,5	106,8	104,0	110,2	110,7	109,6	112,4	108,7	10,7
51:30	110	104,7	107,4	114,2	106,5	106,8	104,0	110,5	110,9	109,9	112,5	108,7	10,2
52:00	110	104,8	107,4	114,4	106,7	106,8	104,1	110,7	111,0	109,9	112,8	108,9	10,3
52:30	110	104,9	107,4	113,9	106,7	107,0	103,9	110,3	110,9	110,2	112,5	108,8	10,1
53:00	110	105,1	107,5	114,4	106,7	107,0	104,0	110,4	110,7	110,0	112,5	108,8	10,5
53:30	110	104,9	107,5	114,1	106,7	107,0	103,7	110,2	110,6	109,8	112,2	108,7	10,5
54:00	110	104,8	107,5	114,9	106,7	107,0	103,6	110,1	110,4	109,8	112,1	108,7	11,4
54:30	110	104,8	107,6	114,0	106,7	107,0	103,3	109,9	110,1	109,6	111,8	108,5	10,8
55:00	110	104,8	107,5	113,9	106,7	107,0	103,6	109,4	110,0	109,5	111,8	108,4	10,4
55:30	110	104,7	107,4	113,9	106,7	107,0	103,7	109,4	109,7	109,2	111,5	108,3	10,3
56:00	110	104,9	107,5	114,0	106,7	106,8	103,6	109,3	109,6	109,0	111,4	108,3	10,5
56:30	110	104,8	107,4	113,9	106,7	106,8	103,6	109,1	109,3	108,9	111,2	108,2	10,4
57:00	110	104,8	107,2	113,3	106,6	106,7	103,5	108,9	109,2	108,9	111,2	108,0	9,9
57:30	110	104,7	107,2	113,6	106,6	106,7	103,0	109,1	109,2	109,0	111,1	108,0	10,7
58:00	110	104,5	107,4	113,1	106,4	106,7	103,3	108,9	109,3	109,1	111,2	108,0	9,9
58:30	110	104,6	107,2	113,5	106,4	106,7	103,3	109,2	109,5	108,9	111,4	108,1	10,3
59:00	110	104,6	107,1	113,2	106,4	106,7	103,5	109,1	109,5	109,1	111,4	108,1	9,8
59:30	110	104,6	107,1	114,0	106,3	106,6	103,5	109,3	109,7	109,0	111,5	108,2	10,6
00:00	110	104,6	107,1	113,5	106,3	106,6	103,3	109,3	109,7	109,2	111,6	108,1	10,3
T.PROM	110	104,9	107,5	114,1	106,7	106,9	103,5	109,8	110,2	109,6	112,0	108,5	
T.MAX	110	105,2	107,7	115,0	107,0	107,2	104,1	110,7	111,1	110,3	113,0		
T.MIN	110	104,5	107,1	113,0	106,3	106,6	102,8	108,9	109,1	108,6	110,9		
DTT	0	0,7	0,6	2,0	0,7	0,6	1,4	1,8	2,0	1,7	2,1		

Resumen de resultados

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	115,0	0,3
Temperatura Mínima Medida	102,8	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	10,7	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2,1	0,1
Estabilidad Medida (±)	1,0	0,05
Uniformidad Medida	11,9	0,3

Gráfica de para la temperatura de trabajo de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



**[\*] Declaración de los límites especificados de temperatura.**

Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma:

- Cumple con los límites especificados de temperatura.

Certificado : TC - 14500 - 2022

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperaturas registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del equipo es 0,29 °C.  
La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.

Fotografía del medio isoterma:



**Observaciones**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**Incertidumbre**

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%

---

Fin del Documento

## Certificado de Calibración

**TC - 15481 - 2022**

Proforma : 13360A Fecha de emisión : 2022-08-16

**Solicitante** : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.  
Dirección : Mza. D Lote. 02 A.V. Villa Gloria Lima - Lima - Carabayllo

**Instrumento de medición** : **Balanza**  
Tipo : Electrónica  
Marca : OHAUS  
Modelo : PR2200/E  
N° de Serie : B927896178  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 0,5 g  
Procedencia : China  
Identificación : No indica  
Ubicación : Laboratorio  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2022-08-12

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar

Gerente Técnico

CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL/ KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-224-2022 PE22-C-1165 Julio 2022
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-210-2022 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	18,6 °C
Humedad Relativa	78 %	76 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	6	-1	1	2 200,000	2 199,99	7	-12
2		1 100,00	6	-1	2		2 199,98	7	-22
3		1 100,00	6	-1	3		2 199,99	6	-11
4		1 100,00	5	0	4		2 199,99	6	-11
5		1 100,00	5	0	5		2 199,98	7	-22
6		1 100,00	5	0	6		2 199,99	5	-10
7		1 100,00	6	-1	7		2 199,99	7	-12
8		1 100,00	6	-1	8		2 199,99	6	-11
9		1 100,00	5	0	9		2 199,99	7	-12
10		1 100,00	6	-1	10		2 199,98	7	-22
Emáx - Emín   (mg)				1	Emáx - Emín   (mg)				12
error máximo permitido ( $\pm$ mg)				200	error máximo permitido ( $\pm$ mg)				300





## Certificado de Calibración

**TC - 15482 - 2022**

Proforma : 13360A Fecha de emisión : 2022-08-16

**Solicitante** : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.  
Dirección : Mza. D Lote. 02 A.V. Villa Gloria Lima - Lima - Carabayllo

**Instrumento de medición** : **Balanza**  
Tipo : Electrónica  
Marca : ADAM  
Modelo : AAA 250L  
N° de Serie : AE048A114226  
Capacidad Máxima : 250 g  
Resolución : 0,0001 g  
División de Verificación : 0,001 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 0,01 g  
Procedencia : No indica  
N° de Parte : No indica  
Identificación : No indica  
Ubicación : Laboratorio  
Variación de  $\Delta T$  Local : 5 °C  
Fecha de Calibración : 2022-08-12

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

**Método de calibración**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**

Gerente Técnico

CFP: 0316

Página : 1 de 3

PGC-16-r08/ Diciembre 2019/Rev.04



Jr. Condesa de Lemos N°117  
San Miguel, Lima

(01) 262 9536  
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe  
www.testcontrol.com.pe

Trazabilidad

Trazabilidad	Patrón de trabajo	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL/ KOSSOMET	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-224-2022/ PE22-C-1165 Julio 2022

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Inspección visual

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

Ensayo de repetibilidad

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	18,6 °C	18,6 °C
Humedad Relativa	76 %	76 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	120,0000	120,0010	-	1,0	1	250,0000	250,0009	-	0,9
2		120,0011	-	1,1	2		250,0009	-	0,9
3		120,0011	-	1,1	3		250,0008	-	0,8
4		120,0011	-	1,1	4		250,0009	-	0,9
5		120,0010	-	1,0	5		250,0010	-	1,0
6		120,0010	-	1,0	6		250,0009	-	0,9
7		120,0010	-	1,0	7		250,0008	-	0,8
8		120,0010	-	1,0	8		250,0008	-	0,8
9		120,0010	-	1,0	9		250,0009	-	0,9
10		120,0010	-	1,0	10		250,0010	-	1,0
Emáx - Emin   (mg)				0,1	Emáx - Emin   (mg)				0,2
error máximo permitido (±mg)				2,0	error máximo permitido (±mg)				3,0





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### TC - 15702 - 2022

PROFORMA : 13360A

Fecha de emisión: 2022 - 08 - 17

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : JC GEOTECNIA LABORATORIO S.A.C.

Dirección : Mza. D Lote. 02 A.V. Villa Gloria Lima - Lima - Carabaylo

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA DE CONCRETO**

Marca : HIWEIGH  
Modelo : X8  
N° de Serie : 752  
Alcance de Indicación : 30000 kgf  
División de Escala : 1 kgf  
Procedencia : PERÚ  
Identificación : NO INDICA  
Fecha de Calibración : 2022 - 08 - 16  
Gravedad Local : 9,7823 m/s<sup>2</sup>  
Ubicación : NO INDICA

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación indirecta tomando como referencia la norma UNE-EN ISO 376. Calibración de los instrumentos de medida de fuerza utilizados para la verificación de las maquinas de ensayo uniaxial.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	58,3 % HR	57,4 % HR

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado : TC - 15702 - 2022

Página : 2 de 2

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión LFP 01 007 Clase de exactitud: 0,005 % DM INACAL	Manómetro 700 Bar Clase 0,05 %	LFP - C - 093 - 2022 Julio 2022

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

RESULTADOS			
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN	INDICACIÓN DEL PATRÓN	ERROR	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf	kgf	kgf
0	0,00	0,00	0,69
3 000	2980,00	20,00	0,70
6 000	5970,00	30,00	0,72
9 000	8930,00	70,00	0,74
12 000	11922,00	78,00	0,78
15 000	14906,00	94,00	0,83
18 000	17880,00	120,00	0,91
21 000	20880,00	120,00	1,08
24 000	23820,00	180,00	0,91
27 000	26830,00	170,00	0,83
30 000	29825,00	175,00	0,78

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con número de certificado.

**DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE EXPANDIDA U**

La incertidumbre expandida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



## Anexo 7. Panel fotográfico

### Adquisición de perlas de poliestireno



**TECNO  
DISTRIBUIDORA IQUITOS**

**DISTRIBUIDORA IQUITOS**  
 De: VILLANUEVA SOLANO PILAR CECILIA  
 Av. IQUITOS 777 - LA VICTORIA - LIMA - PERÚ  
 Telf: 3308551 celular: 981082201- 986106684  
 Correo: ventas@distribuidoraquitos.com.pe /  
 www.distribuidoraquitos.com.pe

**Distribuidor Exclusivo de Planchas de Tecnopor, Casetones para Techo, Bloques, Baldosas Acústicas, Planchas y Cajas Térmicas, Perlas y MicroPerlas, Pegamento Amazonas y Corchos**  
**VENTA AL POR MAYOR Y MENOR**

R.U.C.  
10410429476  
BOLETA DE VENTA  
ELECTRÓNICA  
B002 - 00001846

SEÑOR (ES) JHEYNER WILLEMS ALVITES QUIVARA	DNI 44511605	FECHA DE EMISIÓN 15/05/2023
DIRECCIÓN ----	TIPO DE PAGO CONTADO	

Cantidad	U.M	Código	Descripción	Valor Unitario	Precio de VTA. UNIT.	DSC	Total
2	UNIDAD	MCPEITEC	Micro perlas de tecnopor	50.85	60.00	0.00	120.00

SON: CIENTO VEINTE CON 00/100 SOLES

Cuenta Ahorros Soles BCP	191-12146595-0-86
Cuenta Ahorros Soles BBVA	0011-0190-0200569029
Cuenta Ahorros Soles SCOTTABANK	1430107076
Cuenta Ahorros Soles INTERBANK	8963190982710

	OP. GRAVADA (S/)	101.69
	TOTAL IGV (S/)	18.31
	<b>IMPORTE TOTAL (S/)</b>	<b>120.00</b>

No se aceptan cambios ni devoluciones



Representación impresa de BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA Autorizado mediante Resolución 034-005-0007241/SUNAT, también podrá ser consultada en: [www.mifact.net](http://www.mifact.net)

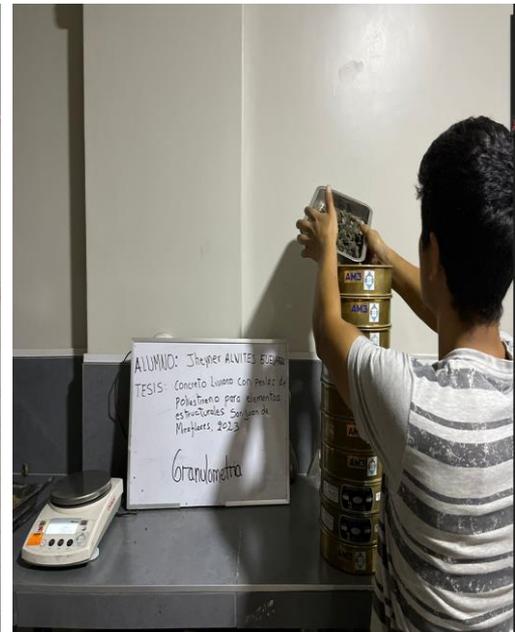
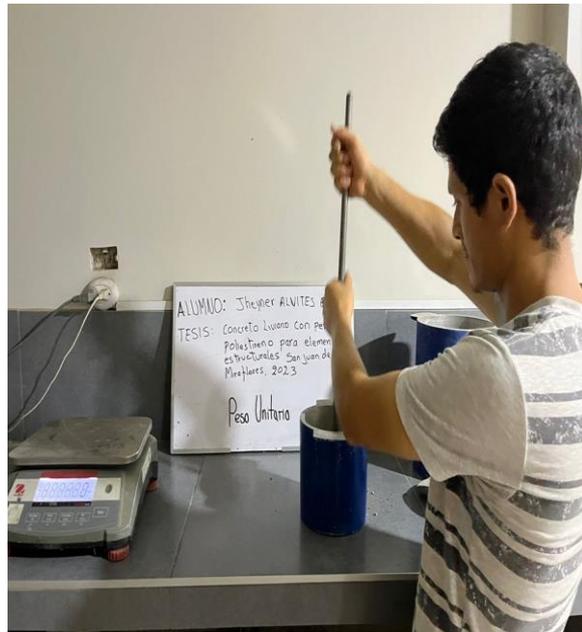




### Pesado de perlas de poliestireno



## Granulometría de los agregados



Realización de probetas y vigas de concreto



## Comprobación de resistencia a flexión



## Comprobación de resistencia a tracción



## Comprobación de resistencia a compresión

