

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**“Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$
sustituyendo al agregado fino por perlas de Tecnopor”**

**Proyecto de Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero
Civil**

Autor

Rodríguez Rosado, Cesar Kevin

Asesor

Cerna Chávez, Rigoberto

Chimbote-Perú

PALABRAS CLAVE

Tema:	Concreto
Especialidad:	Tecnopor

KEYWORDS

Topic:	Concrete
Specialty:	Technopor

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Línea de investigación	Construcción y Gestión de la Construcción
Área	Ingeniería y Tecnología
Subárea	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería de la Construcción

Titulo:

**Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$
sustituyendo al agregado fino por perlas de Tecnopor.**

RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo realizar un concreto utilizando perlas de tecnopor que se sustituyeron parcialmente en volumen al agregado fino en 10%, 15% y 20%, el Tecnopor se adquirió en la empresa FAPROTEC S.R.L. los agregados se utilizaron de la cantera RUBEN ubicado en el KM 440 del panamericano norte, el cemento que se utilizó fue portlant tipo 1.

En los últimos años la industria de la construcción a agregado diversos materiales para crear concretos mas ligeros que el concreto convencional (arena, grava, cemento y agua), lo cual puede inducir al uso de elementos prefabricados donde se reduciría los costos en el transporte, montaje y tiempos de ejecución de obra.

Es un diseño experimental en la modalidad cuasi experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto ($F'c$ 210 kg/cm²) en comparación con la sustitución parcial de perlas de Tecnopor en un 10%, 15% y 20%. El proyecto de investigación busca enfocar a las perlas de Tecnopor como un material opcional a futuro para la fabricación del concreto, reduciendo el uso de los agregados lo que conllevaría a disminuir la contaminación y los costos.

El presente trabajo de investigación determino que sustituyendo el agregado fino por perlas de tecnopor en un 10% respecto al volumen logramos una resistencia a la compresión de 223.34 kg/cm² la cual supera al concreto patrón 210 kg/cm², y una densidad menor de 2526.29 kg/m³ la cual es menor que la del concreto patrón 2532.81 kg/m³.

ABSTRAC

The objective of this research project is to make a concrete using technopor pearls that were specifically substituted in volume to the fine aggregate in 10%, 15% and 20%, Tecnopor was acquired from the company FAPROTEC S.R.L. The aggregates are used in the RUBEN quarry located at KM 440 of the North Pan-American, the cement that will be used as type 1.

In recent years, the construction industry uses various materials to create lighter concrete than conventional concrete (sand, gravel, cement and water), which can induce the use of precast elements where transportation costs are reduced, assembly and construction execution times.

It is an experimental design in the quasi-experimental modality because it is a process in which we study the conventional design of concrete ($F'c$ 210 kg / cm²) compared to the partial replacement of Tecnopor beads in 10%, 15% and 20 %

The research project seeks to focus Tecnopor pearls as an optional future material for the manufacture of concrete, reducing the use of aggregates, which would reduce contamination and costs.

The present research work determines that by replacing the fine aggregate by technopor pearls by 10% with respect to volume, we achieve a compressive strength of 223.34 kg / cm², the quality exceeds the standard concrete 210 kg / cm², and a density lower than 2526.29 kg / m³ which is less than that of the standard pattern 2532.81 kg / m³.

Índice General

Palabras claves.....	I
Título.....	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Índice general.....	V.
Índice de figuras.....	VI
Índice de tablas.....	VI
Introducción.....	1
Metodología.....	20
Resultados.....	24
Análisis y Discusión.....	48
Conclusiones.....	49
Recomendaciones.....	50
Agradecimiento.....	51
Referencias Bibliográficas.....	52
Anexos.....	54

Índice Figuras

Figura 01. Proceso de obtención de las perlas EPS.....	11
Figura 02. Cuerva granulométrica del agregado fino.....	25
Figura 03. Cuerva granulométrica del agregado grueso.....	26
Figura 04. Resistencia de los especímenes del concreto patrón $f'c=210\text{kg/cm}^2$	31
Figura 05. Curva del concreto patrón (Días vs Resistencia)	32
Figura 06. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 10%	33
Figura 07. Curva del concreto Experimental al 10% (Días vs Resistencia).....	34
Figura 08. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 15%	35
Figura 09. Curva del concreto Experimental al 15% (Días vs Resistencia).....	36
Figura 10. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 20%	37
Figura 11. Curva del concreto Experimental al 20% (Días vs Resistencia).....	38
Figura 12. Resistencia promedio del concreto patrón y experimental.....	39
Figura 13. Curva del concreto patrón y Experimental (Días vs Resistencia).....	39
Figura 14. Resistencia promedio del concreto patrón y experimental, expresado en porcentaje.....	41
Figura 15. Densidad promedio del concreto patrón y experimental al 10%, 15% y 20%	47

Índice de Tablas

Tabla 01. Composición química del cemento.....	7
Tabla 02. Límites de granulometría según el ASTM.....	8
Tabla 03. Valores Máximo Admisible De las Sustancias en el Agua.....	10
Tabla 04. Propiedades Químicas del Tecnopor.....	14

Tabla 05: Composición elemental de las perlas de Tecnopor.....	15
Tabla 06. Variable Dependiente.....	18
Tabla 07. Variable Independiente.....	19
Tabla 08. Esquema del Diseño Experimental.....	22
Tabla 09. Técnicas e Instrumentos.....	23
Tabla 10. Contenido de humedad del agregado fino.....	24
Tabla 11. Contenido de humedad del agregado grueso.....	24
Tabla 12. Granulometría del Agregado Fino.....	25
Tabla 13. Granulometría del Agregado Grueso.....	26
Tabla 14. Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	27
Tabla 15. Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.....	27
Tabla 16. Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	27
Tabla 17. Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....	28
Tabla 18. Gravedad Especifica y Absorción en Agregado fino.....	28
Tabla 19. Gravedad Especifica y Absorción en Agregado grueso.....	29
Tabla 20: Diseño de mezcla del concreto patrón.....	29
Tabla 21: Diseño de mezcla del concreto experimental al 10%.....	29
Tabla 22: Diseño de mezcla del concreto experimental al 15%.....	30
Tabla 23: Diseño de mezcla del concreto experimental al 15%.....	30
Tabla 24. Ensayo de Absorción a las perlas de Tecnopor.....	30
Tabla 25. Ensayo de Densidad a las perlas de Tecnopor.....	30
Tabla 26. Resistencia de los especímenes del concreto patrón $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	31

Tabla 27. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 10%	33
Tabla 28. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 15%	35
Tabla 29. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 20%	37
Tabla 30. Resistencia promedio del concreto patrón y experimental.....	39
Tabla 31. Resistencia promedio del concreto patrón y experimental, expresado en porcentaje.....	41
Tabla 32. Pesos promedio del concreto patrón y experimental al 10%, 15% y 20%	42
Tabla 33. Densidad del concreto patrón a los 7 días.....	43
Tabla 34. Densidad del concreto patrón a los 14 días.....	43
Tabla 35. Densidad del concreto patrón a los 28 días.....	43
Tabla 36. Densidad del concreto Experimental al 10% a los 7 días.....	44
Tabla 37. Densidad del concreto Experimental al 10% a los 14 días.....	44
Tabla 38. Densidad del concreto Experimental al 10% a los 28 días.....	44
Tabla 39. Densidad del concreto Experimental al 15% a los 7 días.....	45
Tabla 40. Densidad del concreto Experimental al 15% a los 14 días.....	45
Tabla 41. Densidad del concreto Experimental al 15% a los 28 días.....	45
Tabla 42. Densidad del concreto Experimental al 20% a los 7 día.....	46
Tabla 43. Densidad del concreto Experimental al 20% a los 14 días.....	46
Tabla 44. Densidad del concreto Experimental al 20% a los 28 días.....	46
Tabla 45. Densidad promedio del concreto patrón y experimental al 10%, 15% y 20%	47

Introducción

Lituma & Zhunio (2015), Desarrollaron la investigación titulada “Influencia de las perlas de poliestireno expandido (eps) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón.”

La cual tuvo como objetivo, Determinar el comportamiento ante la sustitución total y parcial del agregado fino por perlas de poliestireno expandido (EPS) en la masa del concreto para disminuir su peso y evaluar la resistencia a la compresión.

Siendo dicha investigación del tipo aplicada de diseño experimental, ya que se requiere descubrir nuevos conocimientos aplicando ensayos a las muestras ensayadas en el laboratorio de suelos con el diseño de mezcla.

En la cual llego a las siguientes conclusiones: Que la sustitución del agrgado fino (arena) por perlas de EPS en el concreto disminuye de manera directa su densidad a cualquier edad, lo que da veracidad los resultados encontrados, por ser la densidad de la arena significativamente mayor a la densidad del EPS.

También se confirma el hecho que si aumenta el porcentaje de sustitución de arena por EPS en el concreto, la resistencia a compresión disminuye con respecto al concreto de peso normal.

Y por último se concluyó que todos los hormigones obtenidos en esta investigación presentan valores de resistencia a compresión aptos para su uso como concreto estructural, ya que el mínimo valor obtenido en la resistencia es de 205 kg/cm², sin embargo, los hormigones que superan el 60% de sustitución de arena por EPS presentan un grado de confiabilidad menor al 95% establecido en el diseño experimental.

Tinoco, A. (2019), Desarrollo la investigación titulada “Efecto de la sustitución del agregado grueso por tecnopor en la densidad y resistencia del concreto”

La cual tuvo como objetivo, determinar el efecto de la sustitución del agregado grueso por Tecnopor para reducir la densidad y aumentar la resistencia del concreto.

Siendo dicha investigación del tipo aplicada de diseño experimental del nivel experimental.

En la cual llego a las siguientes conclusiones: Para un 0%, 10%, 20% y 30% de sustitución se llego a obtener un 294.44kg/cm², 290.45kg/cm², 281.10kg/cm² y 269.54kg/cm² respectivamente, Las densidades para el concreto patrón y los concretos experimentales tanto para el 10, 20 y 30% de sustitución de 2478.57kg/m³, 2385.52kg/cm², 2292.67kg/m³ y 2191.86kg/m³ respectivamente.

Chuquilin, J. (2018), Desarrollo la investigación titulada “influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, Trujillo 2018.”

La cual tuvo como objetivo: Determinar el efecto que causa el porcentaje de perlas de Tecnopor con respecto al peso unitario, asentamiento y resistencia a la compresión en un concreto liviano estructural para losas aligeradas

Siendo dicha investigación del tipo aplicada de diseño experimental.

En la cual llego a las siguientes conclusiones: Se determino el efecto de las perlas de Tecnopor en un concreto liviano estructural para los porcentajes de 0%, 10%. 20%, 30%, 40% y 50% al sustituir al agregado fino (arena gruesa). Donde se verifica que si aumentamos la sustitución de las perlas de Tecnopor el asentamiento aumenta por otro lado con respecto a la resistencia a la compresión y el peso unitario disminuyen.

Arapa, J. (2016), Desarrollo la tesis titulada “Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante.”

La cual tuvo como objetivo, Determinar y comparar las propiedades del concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante respectivamente.

Siendo dicha investigación del tipo aplicada de diseño experimental usando un análisis comparativo.

llegando a los siguientes resultados, Se prueba que el concreto celular con espuma de poliestireno es mas optimo para los 3 tipos de concreto, ya que es 50 veces menos denso la masa unitaria, con respecto a su peso es más ligero en un 40% al igual que su aislamiento térmico comparado con un concreto convencional, lo que lo hace un óptimo concreto celular.

Rodríguez, H. (2017), Desarrollo la investigación titulada “concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural - Cajamarca”

La cual tuvo como objetivo: Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto liviano a base de poliestireno expandido.

Siendo dicha investigación del tipo aplicada de diseño experimental.

En la cual llego a la siguiente conclusión: El bloque presento en el ensayo de resistencia a la flexión estática de 32.03 kg/cm² (3.14 MPa) a los 28 días de edad..

Vera, I. (2018), Desarrollo la investigación titulada “Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta -Ate - Lima Este (2018).”

La cual tuvo como objetivo: Realizar un diseño de mezcla de un concreto liviano con Tecnopor y evaluar el efecto que causa en las propiedades del concreto para la construcción de losas en el Asentamiento Humano Amauta-Ate (2018).

Siendo dicha investigación del tipo aplicada de diseño experimental.

En la cual llego a la siguiente conclusión: que el asentamiento aumenta debido que el Tecnopor absorbe menos agua que el agregado fino sin embargo, se puede llegar a una resistencia optima si reducimos el agua o con la adición del aditivo plastificante Viscocrete 1110 - Sika.

Anteriormente los concretos ligeros no cumplían una función estructural anteriormente solo se utilizaban como concretos decorativos. Pero en los años 70 del siglo xx se desarrollo concretos ligeros los cuales tenían una función estructural.

Según Fernández Cánovas nos menciona que los hormigones ligeros estructurales son aquellos cuya resistencia a compresión no debe bajar nunca de 15N/mm² a 28 días y con una densidad que no debe exceder de 1.800kg/m³.

Según Fernández Cánovas nos menciona que los hormigones ligeros estructurales no deben bajar su resistencia a la compresión de 15N/mm² a 28 días y con una densidad máxima de 1.800kg/m³. La Instrucción EHE, actualmente en vigor, nos dice en su anexo 16 “Recomendaciones para el uso de Hormigones Ligeros” y define como concreto ligero estructural (HLE) aquel concreto de estructura cerrada, cuya densidad aparente, medida en condición de seco hasta peso constante, es inferior a 2000kg/m³, pero superior a 1200kg/m³ y que contiene una cierta proporción de árido ligero, tanto natural como artificial, y que tiene una resistencia mínima de 15 o 20MPa, en tanto que la resistencia máxima depende del tipo de árido ligero del que se trate y del diseño particular de la mezcla. (Max, pág. 6)

Agregados livianos

(Sánchez, G. 2011, p.2) refiere a los agregados como “aquellos materiales inertes, de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento Portland en presencia del agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u concreto”

La norma (ASTM C330) establece al agregado liviano como aquel que tiene un peso volumétrico seco suelto como máximo de 880 kg/m³, mientras que, para el agregado normal, las densidades oscilan entre 1440 a 1769 kg/m³. Los agregados livianos se caracterizan por su alta porosidad y bajo peso específico, es por esto que se diferencian del agregado de peso normal, lo que contribuye directamente en el peso final del concreto, así aportando a la disminución de secciones estructurales, ya que existe una diferencia amplia de densidades. (p.3)

Clasificación de los agregados livianos

Según investigaciones antes efectuadas, existen varios tipos de este material, donde sus características son de gran importancia para la resistencia y densidad del concreto. Los agregados livianos por su origen se clasifican en tres categorías: naturales, artificiales y orgánicos.

Agregados livianos naturales:

Pertenecen a aquellos que proceden de la explotación de fuentes naturales. Generalmente, durante su formación, en estos agregados, ha existido aire. Estos han sufrido procesos de abrasión e intemperismo, o son sometidos a trituración mecánica. Por esto, sus propiedades y características no son alteradas. Por lo tanto, su uso puede darse tal como se halla en la naturaleza. Algunos ejemplos de áridos livianos de esta clasificación se los menciona a continuación (Shetty,2005,pag.4).

Agregados livianos artificiales:

Estos se obtienen mediante calor hasta su fusión debido a las altas temperaturas, produciendo el desprendimiento de gases de los materiales que lo constituyen por lo cual se expanden disminuyendo su densidad. Por efecto el producir este tipo de material necesita de amplios estudios para examinar la característica de cada uno de estos y verificar si posee las propiedades para que la expansión pueda darse lugar. La densidad de estos agregados esta entre los 300 y 1000 kg/m³. Pueden obtenerse gran cantidad de hormigones de densidades inferiores a un concreto convencional. Los agregados livianos más comunes son las arcillas expandidas, las pizarras o esquistos expandidos y las cenizas volantes calcinadas. A continuación, una breve descripción de los agregados ligeros artificiales (INSTITUTO MEXICANO DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO, A.C.pag.5)

Agregados livianos orgánicos:

Su utilidad ha sido observada en paneles y bloques. Generalmente, los agregados de este tipo son los desechos de las cosechas, como: cáscara de arroz, fibra de coco, aserrín, viruta de madera y poliestireno expandido. Estos agregados poseen una baja densidad, en la fabricación del concreto tienen resistencias bajas, pero aportan a las estructuras que ameriten de aislamiento térmico.

Materiales empleados en la fabricación del concreto

Noa habla que los materiales pulverizados son utilizados para la fabricación de los cementos, al adicionar agua poseen la propiedad de formar una pasta conglomerante poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. También nos habla de manera general que todo material con propiedades cohesivas llegaría a ser un cemento. (Abanto, 2009, p.15).

El cemento al ser utilizado en la fabricación del concreto debe cumplir con los requisitos físicos y químicos que se indican: (Rivva, 2012, p.21)

Las especificaciones para cementos Protland de la Norma ASTM C 150 o NTP, en el caso de los cementos Tipo I (NTP 334.009), Tipo II (NTP 334.038), Tipo V (NTP334.040)

Las especificaciones para cementos hidráulicos Combinados de la Norma ASTM C 595 en el caso de los cementos IP y Tipo IP (M) (NTP 334.044)

Las especificaciones ASTM y/o NTP correspondientes para otros tipos de Cemento si los hubiera.

Componentes químicos:

Silicato dicálcico, es el responsable principal de la resistencia posterior de la pasta de cemento.

Silicato Tricálcico, el cual le otorga la resistencia inicial e influye directamente en el calor de hidratación.

Aluminato Tricálcico, agregando el yeso al cemento portland durante la trituración o molienda en el proceso de fabricación se combina para controlar el tiempo de fraguado.

Aluminio-Ferrito tetra cálcico, influye en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación.

Componentes menores: oxido de magnesio, potasio, sodio, manganeso y titanio. (Abanto, 2009, p.16)

El cemento portland es un producto comercial de fácil adquisición el cual se obtiene de las materias primas, finalmente molidas y mezcladas calentándose hasta principios de la fusión (1400– 1450 C°) cuando se mezcla con agua, ya sea solo o con combinaciones con arena, piedra u otros materiales similares tiene la propiedad de reaccionar lentamente con el agua hasta formar una masa endurecida (Abanto, 2009, p.15)

Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento Portland Tipo I y las proporciones generales en que intervienen son como se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 01: *Composición química del cemento*

Ítems	Und	especificación
SiO ₂	%	≤ 22.0
Al ₂ O ₃	%	≤ 5.80
Fe ₂ O ₃	%	≤ 4.00
CaO	%	≥ 59.00
MgO	%	≤ 6.00
SO ₃	%	≤ 3.0

Fuente: Norma ASTM C-150

Agregados

Llamados también áridos, son materiales inertes que se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc) y el agua formando los concretos y morteros.

La importancia de los agregados radica en que constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto.

Por lo anterior, es importante que los agregados tengan buena resistencia, durabilidad y resistencia a los elementos, que su superficie esté libre de impurezas como barro, limo y materia orgánica, que puedan debilitar el enlace con la pasta de cemento.

Clasificación de los agregados:

Según, (Abanto, 2009, p.23) “Tecnología del concreto”. Los agregados se clasifican básicamente en agregado grueso y agregado fino.

Agregado fino:

Indica que el agregado fino es aquel que pasa el tamiz 3/8” y queda retenido en la malla N° 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas y cumple con la NTP 400.037. La granulometría del agregado fino empleado en un trabajo determinado debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo. El agregado fino deberá contener suficiente cantidad de material que pasa la malla N° 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla). (Abanto, 2009, p.23),

el agregado fino deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la norma NTP 400.037. es recomendable en cuenta lo siguiente:

la granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 de la serie Tyler.

En general es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los siguientes límites:

Tabla 02: *Límites de granulometría según el ASTM*

Tamiz	Malla Abertura	Porcentaje que pasa (Acumulativo)
3/8"	9.5 mm	100
N° 4	4.75 mm	95 a 100
N° 8	2.36 mm	80 a 100
N° 16	1.18 mm	50 a 85
N° 30	0.60 mm	25 a 60
N° 50	0.30 mm	10 a 30
N° 100	0.15 mm	2 a 10

Fuente: Norma ASTM C-136-06

(Rivva, 2012, p.25) afirma que el agregado fino debe tener un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Ello no excluye la posibilidad de emplear agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas en la selección de las proporciones de la mezcla. Debe estar compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias dañinas.

Agregado Grueso:

Según (Rivva, 2012, p.27). En su libro “Tecnología del Concreto”. Diseño de mezclas., el agregado grueso, es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas y que cumple con la norma NTP 400.037; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

El agregado grueso deberá estar conformado por partículas limpias, de perfil preferentemente angular o semi-angular, duras, compactas, resistentes, y de textura preferentemente rugosa.

La resistencia a la compresión del agregado no será menor de 600 kg/cm². Estará graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037. La granulometría seleccionada no deberá tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más de 6% del agregado que pasa la malla ¼”.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no deberá ser mayor de: Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrados; o un tercio del peralte de las losas.

Agua

(Abanto, 2009, p.21) Define a el agua como un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido.

El agua empleada en la preparación y curado del concreto deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088 y ser, de preferencia potable.

Está prohibido el empleo de aguas acidas, calcáreas, minerales carbonatadas, aguas minas y relaves, etc.

Igualmente, está prohibido el empleo de aquellas aguas que contengan porcentajes significativos de sales de sodio o de potasio disueltas, en todos aquellos casos en que la relación.

la calidad de agua, determinada mediante análisis de laboratorio, cumple con los valores que a continuación se indican:

Tabla 03: *Valores Máximo Admisible De las Sustancias en el Agua*

Sustancias Disueltas	Valor Máximo Admisible
Cloruro	300 ppm
Sulfato	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos del libro
Diseño de Mezclas-Rivva López 2012.

Perlas de Tecnopor

El poliestireno expandido o EPS es un material plástico espumado inerte y no degradable. Debido a sus propiedades físicas y características técnicas, el poliestireno expandido es ampliamente utilizado en el sector de la construcción, principalmente como aislamiento térmico y acústico, así como en la industria de envases y embalajes teniendo múltiples aplicaciones.

Proceso de obtención de las perlas EPS

El poliestireno expandible es la materia prima que da lugar a la obtención del poliestireno expandido (EPS). Esta materia prima, al igual que todos los materiales plásticos, es un derivado del petróleo. Sin embargo, el 94% del petróleo está destinado a combustibles para transporte y calefacción y tan solo el 6% restante a la petroquímica (fabricación de productos plásticos y químicos). Debido a que el poliestireno expandible es un polímero del estireno, al procesar el gas natural y el petróleo, se obtiene principalmente el etileno y varios compuestos aromáticos; y de ellos el hidrocarburo aromático denominado estireno. El poliestireno expandible se consigue entonces mediante el proceso de polimerización del monómero de estireno con adición de un agente expansor denominado pentano, a través de un reactor con agua (Poliones S.A de C.V, 2013). El pentano no contiene compuestos con cloro o flúor, es decir gases de la familia de los CFCs, HCFCs y HFCs, que son conocidos por sus efectos dañinos sobre la capa de ozono.

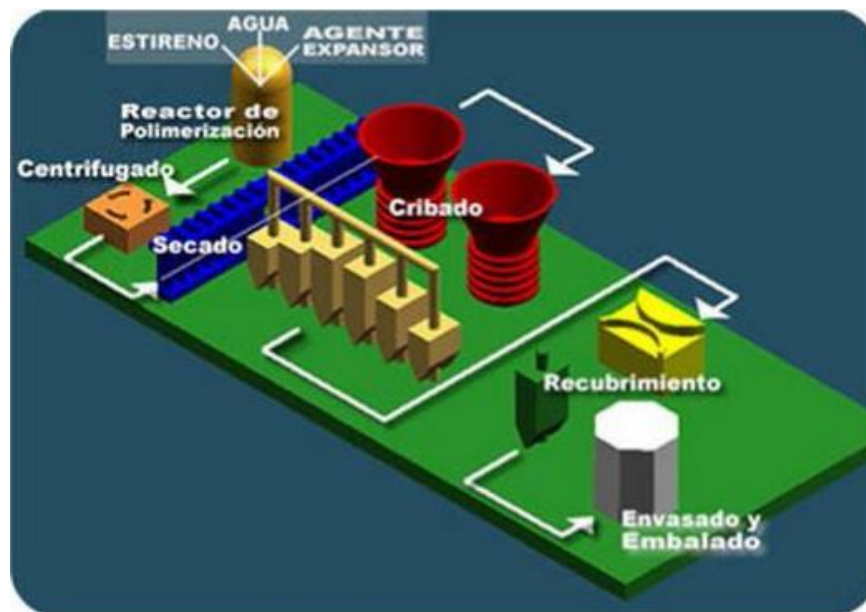


Figura 1. Proceso de obtención de las perlas EPS

La materia prima es colocada en máquinas especiales denominadas pre-expansores, estas máquinas son generalmente cilíndricas de 1m de diámetro y 2m de altura, en

donde es sometida a altas temperaturas generadas por el vapor de agua, estas temperaturas oscilan entre los 80°C a 100°C (Lituma y Zhunio, 2015, p.24).

Debido a la influencia del calor, el poliestireno expandible se ablanda y es capaz de aumentar su volumen hasta 50 veces, dando lugar a la generación de las perlas de poliestireno expandido (Hohwiller & Köhling, 1969) (Ranjbar & Mousavi, 2013) (Poliones S.A de C.V, 2013). En esta etapa, denominada pre-expansión, las perlas alcanzan aproximadamente el 95% de su tamaño final (Ossa, 2004, p.39).

Dependiendo del tiempo de exposición de la materia prima y de la temperatura, la densidad aparente puede disminuir desde los 630 kg/m³ a valores entre los 10 a 35 kg/m³ (Lituma y Zhunio, 2015, p.36). Luego de culminado el proceso de pre-expansión, las perlas de poliestireno expandido son transportadas a grandes silos para ser secadas y almacenadas, y así alcanzar un nivel de expansión superior debido a que el vacío interior generado en la pre-expansión se compensa con la difusión de aire (Procopor LTDA, 2015), dando como resultado una masa continua parecida a un panel de abejas, la cual se encuentra compuesta de varios polígonos combinados entre sí sin dejar ningún espacio. Estas partículas se componen de alrededor del 98% de aire y 2% de poliestireno (Lituma y Zhunio, 2015, p.62), lo que le proporciona valiosas propiedades físicas y mecánicas.

Propiedades Físicas de las perlas de tecnopor.

Densidad:

Los productos y artículos elaborados en Tecnopor (EPS) se caracterizan por ser extraordinariamente ligeros, aunque resistentes. En función de la aplicación las densidades se sitúan en el intervalo que va desde los 10kg/m³ hasta los 50kg/m³. (ANAPE)

Resistencia mecánica:

La resistencia a los esfuerzos mecánicos de los productos de Tecnopor se evalúan generalmente a través de pruebas de resistencia a la compresión llegando a presentar valores de 100 a 150 kPa (1.02 kg/cm²) para una deformación del 10 por ciento,

resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante y fluencia a compresión (ANAPE)

Comportamiento frente al agua

El Tecnopor no es higroscópico. Incluso sumergiendo el material completamente en agua los niveles de absorción son mínimos con valores hasta 1 por ciento en volumen (ensayo por inmersión después de 28 días)

Aislamiento térmico:

Los productos y materiales de Tecnopor (EPS) presentan una excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío.

Esta buena capacidad de aislamiento térmico se debe a la propia estructura del material que esencialmente consiste en aire ocluido dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno.

Aproximadamente un 98% del volumen del material es aire y únicamente un 2% materia sólida (poliestireno). De todos es conocido que el aire en reposo es un excelente aislante térmico.

La capacidad de aislamiento térmico de un material está definida por su coeficiente de conductividad térmica λ que en el caso de los productos de EPS varía, al igual que las propiedades mecánicas, con la densidad aparente.

Propiedades químicas:

Al igual que varios de los productos a base de polímeros, el EPS es susceptible a daños frente a la radiación UV, es decir que cuando se encuentra expuesto durante un periodo largo de tiempo se torna amarillo, lo cual es un indicativo de la degradación del polímero. Sin embargo, en esta investigación el EPS va a ser introducido en el hormigón, por lo que es poco probable que este efecto ocurra ya que el EPS no se encuentra expuesto directamente a los efectos de la radiación UV (Lituma y Zhunio, 2015, p.42).

De acuerdo a la naturaleza de los diferentes productos químicos, el comportamiento del EPS puede variar. Es así como (ANAPE, 2015), proporciona una tabla en la cual analiza la estabilidad del EPS frente a varias sustancias activas.

Tabla 04: *Propiedades Químicas del Tecnopor*

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución salina (agua de mar)	estable: no se destruye con una acción prolongada
Jabones y soluciones de tensioactivos	estable: no se destruye con una acción prolongada
lejías	estable: no se destruye con una acción prolongada
ácidos diluidos	estable: no se destruye con una acción prolongada
Ácido clorhídrico (35%)	estable: no se destruye con una acción prolongada
Ácido nítrico (50%)	
ácidos concentrados (sin agua) al 100%	no estable: se contrae o se disuelve
soluciones alcalinas	estable: no se destruye con una acción prolongada
disolventes orgánicos (Acetona, estrés,...)	no estable: se contrae o se disuelve
Hidrocarburos saturados alifáticos	no estable: se contrae o se disuelve
aceites de parafina, vaselina	relativamente estables: puede contraerse o ser atacada su superficie
aceite de diesel	no estable: se contrae o se disuelve
carburantes	no estable: se contrae o se disuelve
alcoholes (metanol, etanol)	estable: no se destruye con una acción prolongada
aceites de silicona	relativamente estables: puede contraerse o ser atacadas su superficie

Fuente: La tabla se muestra las propiedades químicas de las perlas de Tecnopor (poliestireno) donde podemos resaltar las sustancias que afectan al material.

Composición de las perlas de Tecnopor

(Vásquez, H. 2018. P,80) Desarrollo la composición elemental del tecnopor, mostro resultados de las concentraciones que están dadas en % de la masa total de la muestra.

Tabla 05: *Composición elemental de las perlas de Tecnopor.*

Elemento	% masa
AL	1.820
Si	1.213
P	0.288
Si	0.548
CL	0.653
Ar	2.129
K	0.582
Ca	2.132
Ti	0.072
Cr	0.003
Mn	0.020
Fe	0.450
Ni	0.005
Cu	0.033
Zn	0.028
As	0.002
Br	0.196
Subtotal	10.174
Otros	89.826
Total	100.00

Fuente: (Vásquez, H. 2018, P.80)

Justificación de la investigación

El tipo de los materiales y mano de obra en la actualidad hace que cada vez sea menor la posibilidad para tener una vivienda digna debido a su bajo conocimiento de tecnologías en la construcción, es importante buscar nuevos materiales que logren abaratar que logren cumplir con los sistemas constructivos actuales.

El proyecto de investigación nos lleva a determinar un concreto mas optimo, que nos lleve al uso de concretos convencionales con la adición de Tecnopor que nos brinda características particulares a este concreto, ello conllevara a desarrollar nuevas tecnologías, materiales en la construcción que nos ofrecen procedimientos constructivos mejores y abaratan costos, que son dos de los factores de vital importancia a la hora de construir, de aquí parte la idea de fabricar un concreto cuya característica sea: De baja densidad referente al concreto convencional para lograr un sistema rápido que disminuya el tiempo de construcción y el costo de la mano de obra.

El concreto con Tecnopor brinda características de manera inmediata como consecuencia de sus propiedades que lo hacen único y verdaderamente singular. Las cualidades que nos brinda son propiedades térmicas, baja densidad en relación con su peso y volumen, su versatilidad conjuntamente con su eficiencia en los procesos constructivos.

La interacción del concreto liviano con el medio ambiente es amigable, beneficia no solo a la naturaleza por su carácter conservacionista y anticontaminante sino también se dará un gran paso en el desarrollo industrial de construcciones con mínimo impacto ambiental, con materiales ecológicos. Todo ello lo hace un concreto versátil y especial que opaca los materiales de construcción tradicionales que tiene limitaciones a la hora de contrastar sus propiedades.

Por cuanto nos ofrece un concreto optimo, que será accesible a las personas para que puedan construir sus viviendas , y donde llevar una vida de calidad, de comodidad, y de interacción favorable con su entorno como es la naturaleza, es relevante esta investigación puesto se da, de manera inmediata su aplicación en los materiales de

construcción, como así la planificación sobre el desarrollo urbano, como el hecho de tener una vivienda donde llevar cómodamente nuestras existencias; con los beneficios que nos propone el uso del concreto liviano nos brindara, no solo en lo técnico sino social pues se velara por el bienestar de los individuos que estarán inmersos en las construcciones hechas con este concreto liviano.

Las perlas de Tecnopor es un producto en la cual se encuentra en el mercado o como también es un producto reciclable ya que se encuentra constantemente en la protección de aparatos electrodomésticos la cual siempre llegan a parar a la basura y contribuye en la contaminación de nuestro medio ambiente. Por lo tanto, para nuestra investigación usaremos las perlas de Tecnopor reciclado.

Problema

Justificación del problema de investigación

En nuestro país, por falta de estudio en este tema y por desinformación, escasamente se ha producido de forma industrial el concreto liviano. Existen motivos para justificar su uso en obras civiles ya que un alto porcentaje de las cargas estructurales está constituido por el peso propio del concreto. Al utilizar concreto elaborado con agregados de baja densidad, se reducirá el peso de la estructura y puede ser considerado como un concreto que posee características de liviano. En nuestra provincia, no existe un agregado que cumpla con los requisitos para un concreto liviano de calidad, por este motivo el material que usamos en el concreto liviano son las perlas de Tecnopor.

Se ha producido en menor escala los concretos livianos. Existen muchos motivos para usar estos concretos livianos en obras civiles ya que las cargas estructurales están constituidas por el peso propio del concreto. En una edificación al utilizar agregados con menor densidad este bajaría el peso estructural y puede ser considerado como un concreto liviano.

En nuestra ciudad para la construcción de estructuras se viene explotando los agregados que se encuentran en nuestra superficie terrestre por medio de las canteras, este tema de investigación propone disminuir el uso del agregado fino en el concreto.

Cabe mencionar que, según el código ACI-318, para que un concreto entre en el grupo de los concretos livianos estructurales, éste debe poseer, como máximo, una densidad menor a la del concreto convencional y una resistencia mínima a la compresión de 17 MPa (173.35kg/cm²) a los 28 días.

Por lo expuesto nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Cómo se comportará la densidad y la resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ al sustituir al agregado fino al 10%, 15% y 20% por perlas de Tecnopor?

Conceptuación y operacionalización de las variables

Tabla 06: *Variable Dependiente*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Resistencia a la compresión	Es la carga máxima axial de testigos de concreto expresadas en kg, MPa y lb/pulg ² o psi a edades diferentes (Pasquel, E. 1998, P.2)	Capacidad de carga que se les aplica a estos testigos cilíndricos hasta que presente una falla y así determinar su resistencia de acuerdo a lo establecido. (Pasquel, E. 1998, P.2)	Carga axial (MPa) Tiempo de curado (7,14 y 28 días) Area de contacto (kg/cm ²)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 07:

Variable Independiente

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador
Sustitución de las perlas de Tecnopor	Es un polímero, cuyas moléculas se polimerizan, Es de origen artificial que se expande (90°C a 105°C) su volumen hasta 50 veces gracias a su agente de expansión, dando lugar así a las perlas de Tecnopor (Aramayo, Buncuga, Cahuape, Forgione, Navarrete, 2003, P.21)	Sustitución del agregado fino por las perlas de Tecnopor en un 10%, 15% y 20%	Porcentajes en 10%, 15% y 20%

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis

La sustitución al agregado fino por perlas de tecnopor mejoraría la resistencia a la compresión y bajaría la densidad de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

OBJETIVOS

Objetivos General

Determinar la resistencia a la compresión y densidad de un concreto $f'c: 210\text{kg/cm}^2$ sustituyendo al agregado fino en un 10%, 15% y 20% por perlas de Tecnopor

Objetivos Específicos

- Determinar las características físicas y mecánicas de los agregados.
- Determinar la relación agua-cemento para la muestra patrón y experimental.
- Determinar la absorción y densidad de las perlas de Tecnopor.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días.
- Determinar la densidad de concreto patrón y experimental a los 7, 14 y 28 días.
- Comparar, analizar e interpretar resultados.

METODOLOGIA

Tipo y diseño de investigación:

Tipo de investigación:

Nuestro tipo de investigación es básica y explicativa, porque los resultados obtenidos servirán para aportar al conocimiento científico, y explicativa porque se evaluará la resistencia que se logra cuando se sustituye un porcentaje de agregado fino por perlas de Tecnopor.

Enfoque de investigación:

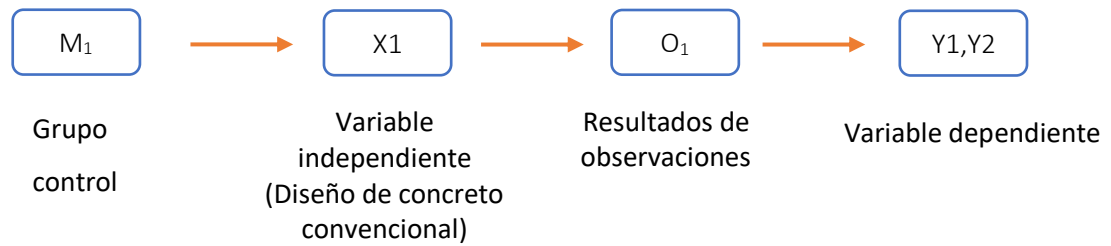
Cuantitativo, porque se estudia las variables y sus indicadores objetivamente midiendo y registrando sus valores respuesta en los instrumentos de recolección de datos (guías de observación).

Todos los experimentos cuantitativos utilizan un formato estándar, con algunas pequeñas diferencias inter-disciplinarias para generar una hipótesis que será probada o desmentida. Esta hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos y constituye la base alrededor de la cual se diseña todo el experimento.

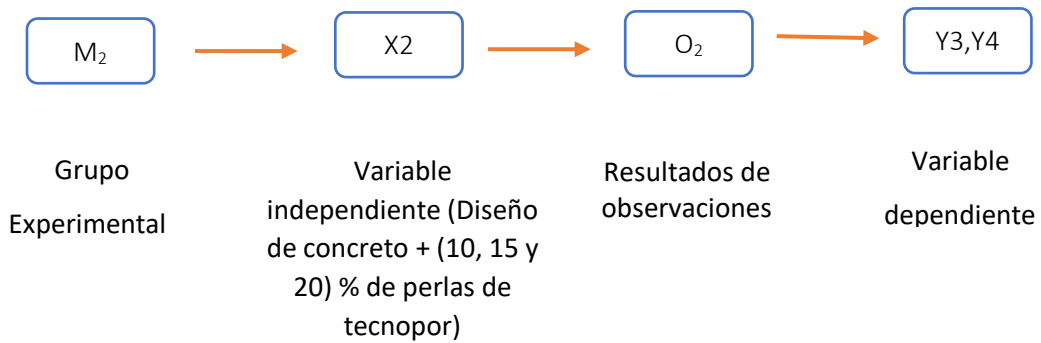
Diseño de la investigación:

Es un diseño experimental en la modalidad cuasi experimental porque es un proceso en el cual estudiaremos el diseño convencional del concreto ($F'c$ 210 kg/cm²) en comparación con el nuevo diseño elaborado con la sustitución parcial de perlas de Tecnopor, el estudio en su mayor parte se concentrará en las pruebas realizadas en el Laboratorio de Suelos, donde el investigador estará en contacto con los ensayos a realizar obteniendo resultados de acuerdo a lo planeado en sus objetivos. Siendo su diseño de investigación el siguiente:

GRUPO CONTROL



GRUPO EXPERIMENTAL



M1: GRUPO CONTROL: Muestras de concreto diseñado de manera convencional).

X1: Variable Independiente: Dosificación de diseño de concreto elaborado de manera convencional.

O1: Observaciones (posibles resultados) son los resultados al evaluarse al concreto elaborado de manera convencional.

Y1: Variable Dependiente (resistencia a la compresión en el concreto elaborado de manera convencional).

Y2: Variable Dependiente (Densidad del concreto elaborado de manera convencional).

M2: GRUPO EXPERIMENTAL, Muestras de concreto sustituyendo parcialmente al agregado fino en 10%, 15% y 20% por perlas de tecnopor.













X2: Variable Independiente Dosificación de diseño de concreto sustituyendo parcialmente al agregado fino en 10%, 15% y 20% por perlas de tecnopor.

O2: Observaciones (posibles resultados) son los resultados al evaluarse al concreto sustituyendo parcialmente al agregado fino en 10%, 15% y 20% por perlas de tecnopor.

Y3: Variable Dependiente, resistencia a la compresión en el concreto sustituyendo parcialmente al agregado fino en 10%, 15% y 20% por perlas de tecnopor.

Y4: Variable Dependiente Densidad del concreto elaborado sustituyendo parcialmente al agregado fino en 10%, 15% y 20% por perlas de Tecnopor.

Tabla 08:*Esquema del Diseño Experimental*

Días de Curado	RESISTENCIA DEL CONCRETO CON LA SUSTITUCION DEL AGREGADO FINO POR TECNOPOR			
	Patrón	10%	15%	20%
7				
14				
28				

Fuente: Elaboración propia

Población y muestra:

Población

Para esta investigación se tiene como población de estudio al conjunto de probetas (36) con un diseño de concreto $f'c=210$ kg/cm².

El diseño se elaboró en el Laboratorio de Suelos de la Universidad San Pedro considerando la resistencia a la compresión en relación a su diseño de concreto.

Muestra

Se realizarán 9 probetas por cada material según el porcentaje de sustitución, el tipo de muestreo será por conveniencia, debido a los factores económicos y tiempo.

- 9 probetas patrón (0% de sustitución) es decir se harán probetas comunes con los agregados de cemento arena piedra y agua, cuya rotura se realizará a los 7, 14 y 28 días.
- 27 probetas experimentales (10%, 15% y 20% de sustitución) es decir se sustituirá a la arena con perlas de Tecnopor, cuya rotura se realizará a los 7, 14 y 28 días.

Para la prueba de ensayos nos basamos en el reglamento nacional de edificaciones (RNE); donde precisa que pueden aceptarse registros de ensayos que consistan en menos de 30, pero no menos de 10 ensayos consecutivos siempre que abarquen un periodo no menor de 45 días.

Procesamiento y análisis de la información

Para el presente proyecto de investigación el procesamiento de datos será posterior a los ensayos respectivos apoyados en una hoja de cálculo Excel.

En dicho procesamiento se realizará:

Representación con cuadros estadísticos y sus respectivos gráficos procesado con Excel y analizado con tablas, gráficos

Tabla 09: *Técnicas e Instrumentos*

TECNICA	INSTRUMENTO
Observación	- Guía de observación resumen. - Fichas técnicas del laboratorio de las pruebas a realizar.

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS

Tabla 10: *Contenido de humedad del agregado fino*

ENSAYO		1	2
Peso de la tara + MH	(gr)	605.00	505.00
Peso de la tara + MS	(gr)	600.00	501.00
Peso de la tara	(gr)	5.00	4.00
Peso del agua	(gr)	40.00	40.00
MS	(gr)	560.00	461.00
Contenido de humedad	(%)	0.89	0.87
Humedad Promedio	(%)	0.88	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

Tabla 11: *Contenido de humedad del agregado grueso*

ENSAYO		1	2
Peso de la tara + MH	(gr)	785.00	915.00
Peso de la tara + MS	(gr)	783.00	914.00
Peso de la tara	(gr)	2.00	1.00
Peso del agua	(gr)	65.00	70.00
MS	(gr)	718.00	844.00
Contenido de humedad	(%)	0.28	0.12
Humedad Promedio	(%)	0.20	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

Tabla 12: Granulometría del Agregado Fino

N°	TAMIZ ABERT (mm)	Peso Ret. (gr)	%Ret.Parcial (%)	%Ret.Acum (%)	%Que.Pasa (%)
3/8	9.52	0	0	0	100
4	4.76	15	1.71	1.71	98.29
8	2.36	90	10.29	12.00	88.00
16	1.18	165	18.86	30.86	69.14
30	0.6	190	21.71	52.57	47.43
50	0.3	195	22.29	74.86	25.14
100	0.15	105	12.00	86.86	13.14
200	0.08	85	9.71	96.57	3.43
PLATO	ASTM C--117-04	30	3.43	100.00	0.00
Total		875	100.00		
		M. Fineza	2.59		

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

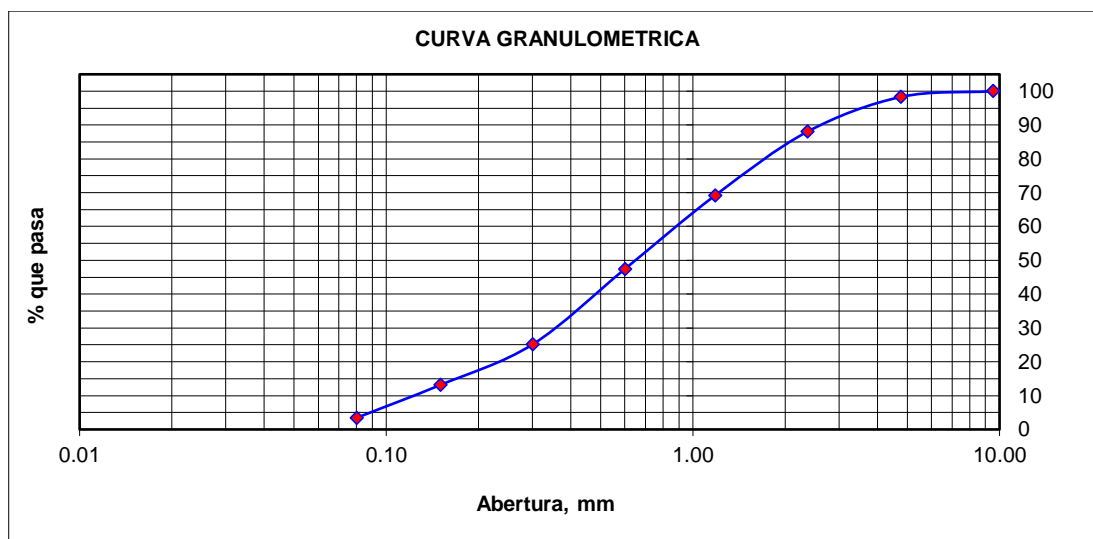


Figura 02. Curva granulométrica del agregado fino.

Tabla 13: *Granulometría del Agregado Grueso*

N°	TAMIZ ABERT (mm)	Peso Ret. (gr)	%Ret.Parcial (%)	%Ret.Acum (%)	%Que.Pasa (%)
1"	25.4	25.0	1.7	1.7	98.3
3/4"	19.1	1040.0	68.9	70.5	29.5
1/2"	12.5	445.0	29.5	100.0	0.0
Plato		0	0.0	100.0	0.0
Total		1510	100		
		T. M. N.		3/4"	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

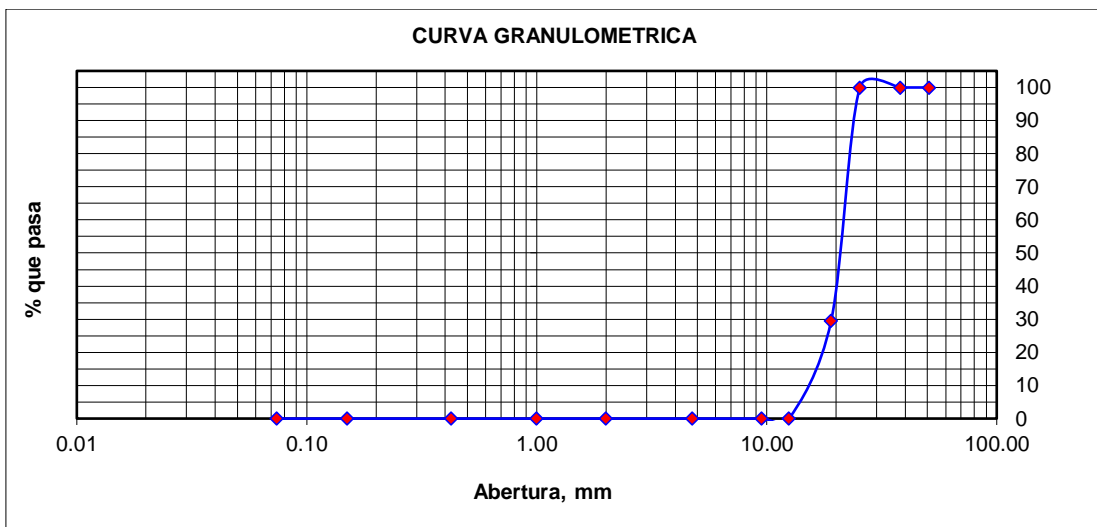


Figura 03. Curva granulométrica del agregado fino.

Tabla 14: *Peso Unitario Suelto del Agregado Fino*

ENSAYO		1	2	3
Peso del molde + muestra	(gr)	7945	7925	7905
Peso del molde	(gr)	3300	3300	3300
Peso de la muestra	(gr)	4645	4625	4605
Volumen del molde	(cm ³)	2750	2750	2750
Peso unitario	(kg/m ³)	1689	1682	1675
Peso unitario promedio	(kg/m ³)		1682	
Corregido por humedad	(kg/m ³)		1667	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

Tabla 15: *Peso Unitario Compactado del Agregado Fino*

ENSAYO		1	2	3
Peso del molde + muestra	(gr)	8420	8435	8430
Peso del molde	(gr)	3300	3300	3300
Peso de la muestra	(gr)	5120	5135	5130
Volumen del molde	(cm ³)	2750	2750	2750
Peso unitario	(kg/m ³)	1862	1867	1865
Peso unitario promedio	(kg/m ³)		1865	
Corregido por humedad	(kg/m ³)		1849	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

Tabla 16: *Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso*

ENSAYO		1	2	3
Peso del molde + muestra	(gr)	18860	18740	18695
Peso del molde	(gr)	5050	5050	5050
Peso de la muestra	(gr)	13810	13690	13645
Volumen del molde	(cm ³)	9300	9300	9300
Peso unitario	(kg/m ³)	1485	1472	1467
Peso unitario promedio	(kg/m ³)		1475	
Corregido por humedad	(kg/m ³)		1472	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

Tabla 17: *Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso*

ENSAYO		1	2	3
Peso del molde + muestra	(gr)	19720	19760	19741
Peso del molde	(gr)	5050	5050	5050
Peso de la muestra	(gr)	14670	14710	14741
Volumen del molde	(cm3)	9300	9300	9300
Peso unitario	(kg/m3)	1577	1582	1585
Peso unitario promedio	(kg/m3)		1581	
Corregido por humedad	(kg/m3)		1578	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

Tabla 18. *Gravedad Específica y Absorción en Agregado fino*

ENSAYO		MUESTRA	
A	Peso de Mat. Sat. Sup. Seco(aire)	(gr)	300.00 300.00
B	Peso Del Picnómetro + Agua	(gr)	665.00 665.00
C	A+B	(gr)	965.00 965.00
D	Peso de Pic +Agua + Mat.	(gr)	857.00 857.00
E	Vol. de Masa + Vol. de Vacios (C-D)	(cm3)	108.00 108.00
F	Peso de Material Seco En Estufa	(gr)	297.70 297.70
G	Vol. de masa (E-(A F))	(cm3)	105.70 105.70
H	P.e Bulk (base seca)		2.756 2.756
I	P.e Bulk (base saturada)		2.778 2.778
J	P.e aparente (base seca)		2.816 2.816
K	Absorción: 100X(A-D)/D		0.77 0.77
	P.e Bulk (base seca)		2.756
	P.e Bulk (base saturada)		2.778
	P.e aparente (base seca)		2.816
	Absorción (%)		0.77

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

Tabla 19: Gravedad Especifica y Absorción en Agregado grueso

ENSAYO		MUESTRA	
A	Peso de Mat. Sat. Sup. Seco (aire) (gr)	638.90	636.40
B	Peso de Mat. Sat. Sup. Seco (Agua) (gr)	415.40	420.70
C	Vol.de Masa +Vol. de Vacíos (A-B) (cm3)	223.50	215.70
D	Peso de Material Seco en Estufa (gr)	635.00	632.10
E	Vol. De masa (C-(A-D)) (cm3)	219.60	211.40
G	P.e Bulk (base seca)	2.84	2.93
H	P.e Bulk (base saturada)	2.86	2.95
I	P.e aparente (base seca)	2.89	2.99
F	Absorción: $100X(A-D)/D$	0.61	0.68
	P.e Bulk (base seca)	2.886	
	P.e Bulk (base saturada)	2.905	
	P.e aparente (base seca)	2.941	
	Absorción (%)	0.65	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos en el laboratorio de la USP.

Tabla 20: *Diseño de mezcla del concreto patrón*

Dosificación por probeta	Pesos
Agregado grueso	7.124 kg
Agregado fino	5.304 kg
Cemento	1.931 kg
Agua	1.304 kg
Relación a/c	0.684

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: *Diseño de mezcla del concreto experimental al 10%*

Dosificación por probeta	Pesos
Agregado grueso	7.124 kg
Agregado fino	4.774 kg
Cemento	1.931 kg
Agua	1.304 kg
Relación a/c	0.634
Perlas de Tecpor	310 cm3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: *Diseño de mezcla del concreto experimental al 15%*

Dosificación por probeta	Pesos
Agregado grueso	7.124 kg
Agregado fino	4.508 kg
Cemento	1.931 kg
Agua	1.304 kg
Relación a/c	0.624
Perlas de Tecnopor	465 cm ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: *Diseño de mezcla del concreto experimental al 20%*

Dosificación por probeta	Pesos
Agregado grueso	7.124 kg
Agregado fino	4.243 kg
Cemento	1.931 kg
Agua	1.304 kg
Relación a/c	0.613
Perlas de Tecnopor	620 cm ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: *Ensayo de Absorción a las perlas de Tecnopor*

Masa	Pesos (gr)
Masa inicial	0.1735
Masa final	0.1746
% de Absorción	0.634

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos
en el laboratorio de polímeros - UNT

Tabla 25: *Ensayo de Densidad a las perlas de Tecnopor*

Muestra	Densidad (gr/cm³)
1	0.0159
2	0.0162
3	0.0167
promedio	0.016

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos
en el laboratorio de polímeros - UNT

Tabla 26: Resistencia de los especímenes del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

N°	Testigo Elemento	Edad (Días)	Fuerza (KN)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c Prom (kg/cm ²)	fc/f'c (%)	fc/f'c (%)Prom
1	Patrón	7	27520	174.37	157.83		75.16	
2	Patrón	7	29590	176.71	167.45	163.21	79.74	77.72
3	Patrón	7	30220	183.85	164.37		78.27	
4	Patrón	14	35430	183.85	192.71		91.77	
5	Patrón	14	32570	174.37	186.79	191.70	88.95	91.28
6	Patrón	14	35960	183.85	195.59		93.14	
7	Patrón	28	39040	176.71	220.92		105.20	
8	Patrón	28	40510	181.46	223.25	223.34	106.31	106.35
9	Patrón	28	40980	181.46	225.84		107.54	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos del laboratorio de la USP-Chimbote

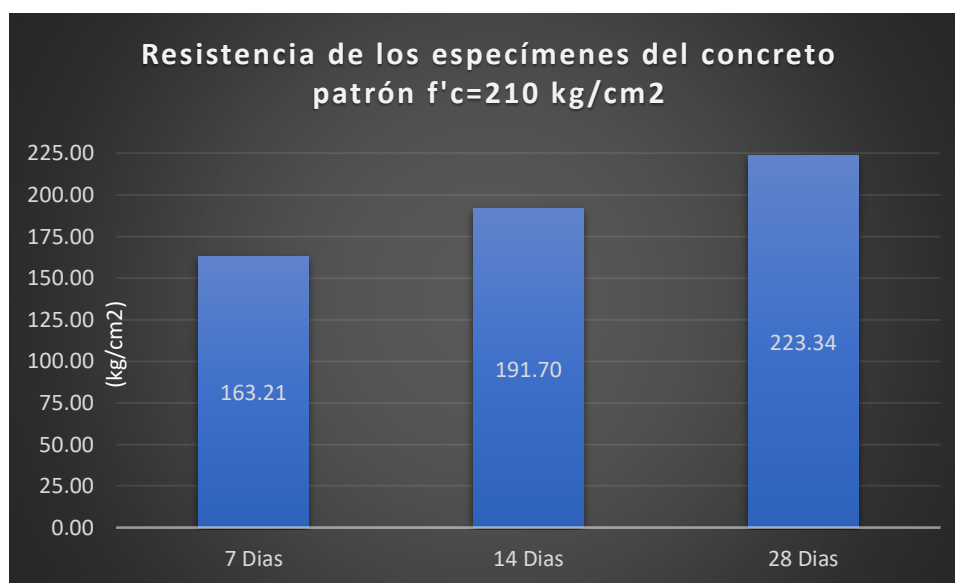


Figura 04. Resistencia de los especímenes del concreto patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Figura 05. Curva del concreto patrón (Días vs Resistencia)

En la tabla N°26 y figuras 04 y 05 podemos observar las resistencias obtenidas de nuestro concreto patrón; a los 7 días presenta una resistencia de 163.21 kg/cm² que representa a un 77.12% de la resistencia de nuestro concreto proyectado, a los 14 días presenta una resistencia de 191.70 kg/cm² que representa a un 91.28% de la resistencia de nuestro concreto proyectado, a los 28 días presenta una resistencia de 223.34 kg/cm² que representa a un 106.35% de la resistencia de nuestro concreto proyectado.

Tabla 27: Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 10%

N°	Testigo Elemento	Edad (Días)	Fuerza (KN)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)prom	fc/f'c (%)	fc/f'c (%)Prom
1	Exper. 10%	7	33980	176.71	192.29		91.57	
2	Exper. 10%	7	36400	183.85	197.98	194.70	94.28	92.71
3	Exper. 10%	7	34250	176.71	193.82		92.29	
4	Exper. 10%	14	35810	176.71	202.64		96.50	
5	Exper. 10%	14	36690	176.71	207.62	206.94	98.87	98.54
6	Exper. 10%	14	37210	176.71	210.57		100.27	
7	Exper. 10%	28	41660	176.71	235.75		112.26	
8	Exper. 10%	28	42950	176.71	243.05	238.29	115.74	113.47
9	Exper. 10%	28	41720	176.71	236.09		112.42	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos del laboratorio de la USP-Chimbote

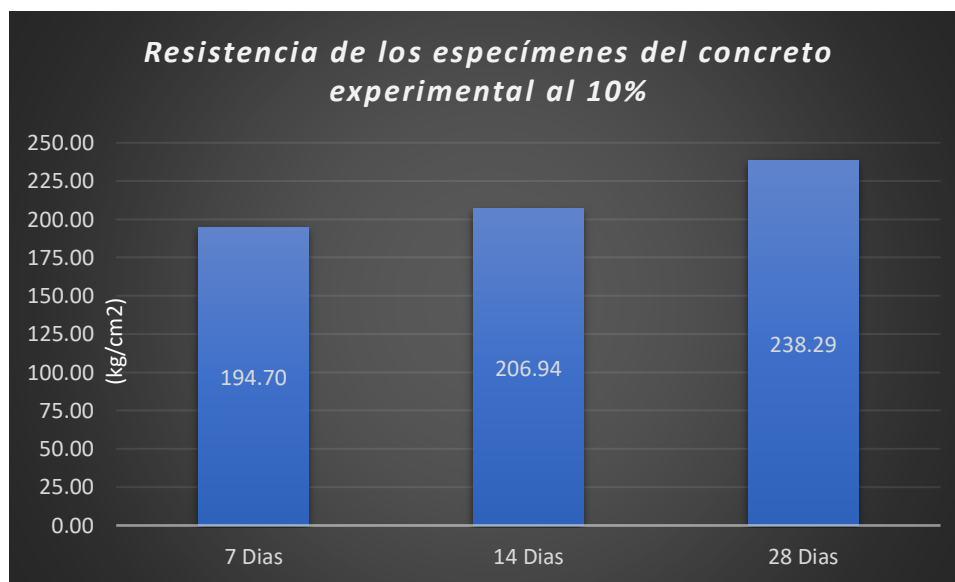


Figura 06. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 10%.

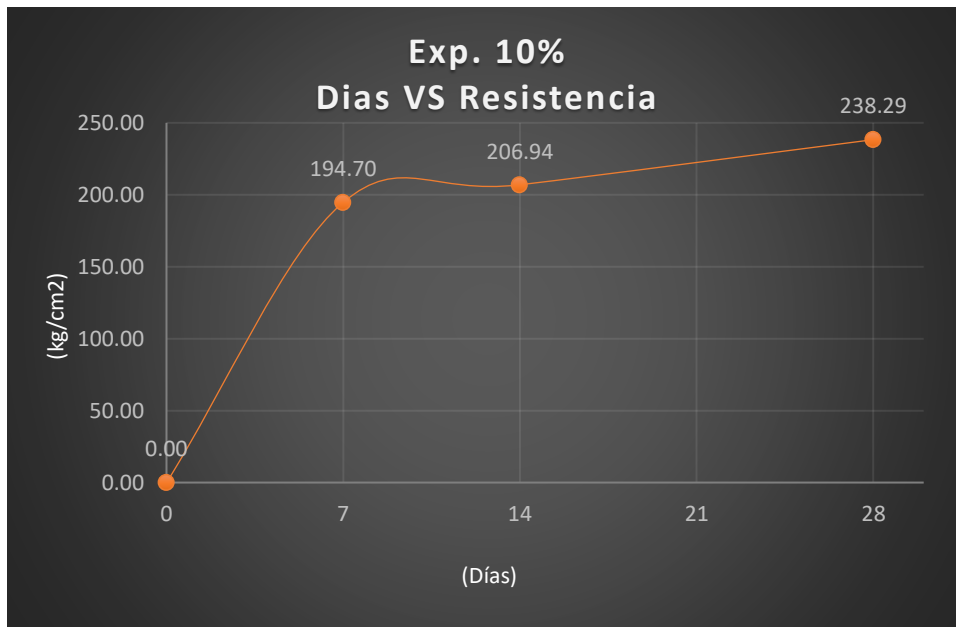


Figura 07. Curva del concreto Experimental al 10% (Días vs Resistencia)

En la tabla N°27 y figura 06 podemos observar las resistencias obtenidas de nuestro concreto experimental sustituidas en un 10% al agregado fino por perlas de Tecnopor; a los 7 días presenta una resistencia de 194.70 kg/cm² que representa a un 92.71% de la resistencia de nuestro concreto proyectado, a los 14 días presenta una resistencia de 206.94 kg/cm² que representa a un 98.54% de la resistencia de nuestro concreto proyectado, a los 28 días presenta una resistencia de 238.29 kg/cm² que representa a un 113.47% de la resistencia de nuestro concreto proyectado.

Tabla 28. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 15%

N°	Testigo Elemento	Edad (Días)	Fuerza (KN)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)prom	fc/f'c (%)	fc/f'c (%)Prom
1	Exper. 15%	7	24980	176.71	141.36		67.31	
2	Exper. 15%	7	25260	176.71	142.94	143.87	68.07	68.51
3	Exper. 15%	7	26030	176.71	147.30		70.14	
4	Exper. 15%	14	27460	174.37	157.48		74.99	
5	Exper. 15%	14	28010	176.71	158.50	161.66	75.48	76.98
6	Exper. 15%	14	31070	183.85	168.99		80.47	
7	Exper. 15%	28	29090	174.37	166.83		79.44	
8	Exper. 15%	28	30540	176.71	172.82	172.97	82.30	82.37
9	Exper. 15%	28	33390	186.26	179.26		85.36	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos del laboratorio de la USP-Chimbote

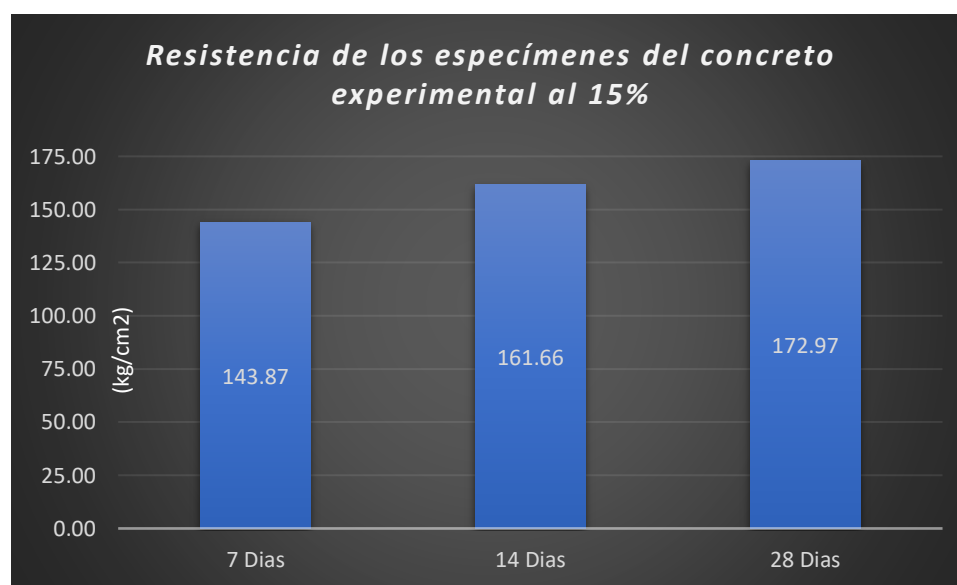


Figura 08. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 15%.

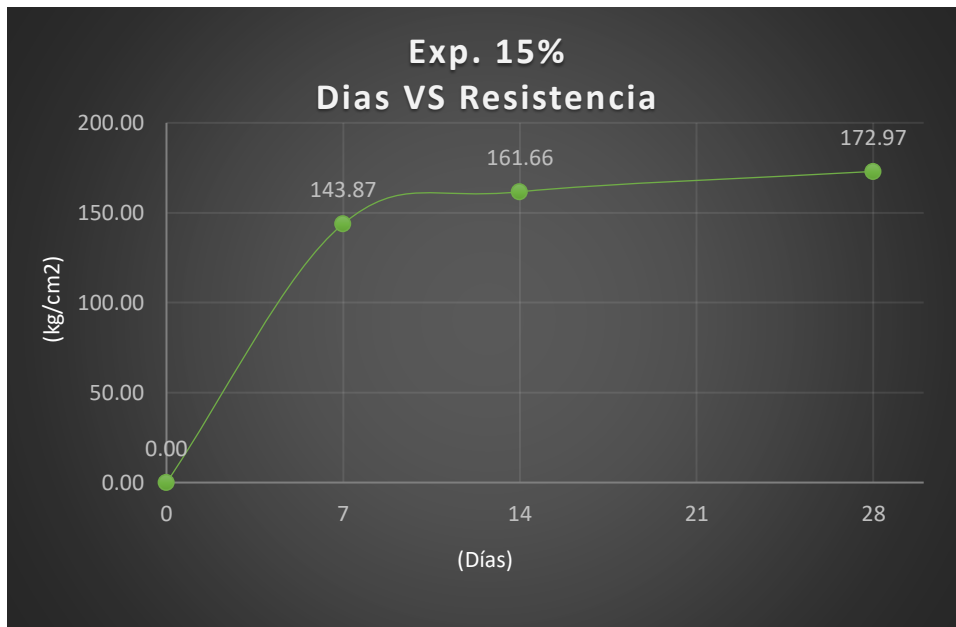


Figura 09. Curva del concreto Experimental al 15% (Días vs Resistencia)

En la tabla N°28 y figura 08 podemos observar las resistencias obtenidas de nuestro concreto experimental sustituidas en un 15% al agregado fino por perlas de Tecnopor; a los 7 días presenta una resistencia de 143.87 kg/cm² que representa a un 68.51% de la resistencia de nuestro concreto proyectado, a los 14 días presenta una resistencia de 161.66 kg/cm² que representa a un 76.98% de la resistencia de nuestro concreto proyectado, a los 28 días presenta una resistencia de 172.97 kg/cm² que representa a un 82.37% de la resistencia de nuestro concreto proyectado.

Tabla 29: Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 20%

N°	Testigo Elemento	Edad (Días)	Fuerza (KN)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c (kg/cm ²)prom	fc/f'c (%)	fc/f'c (%)prom
1	Exper. 20%	7	22400	174.37	128.47		61.17	
2	Exper. 20%	7	25140	183.85	136.74	133.26	65.11	63.46
3	Exper. 20%	7	24420	181.46	134.58		64.08	
4	Exper. 20%	14	28400	174.37	162.88		77.56	
5	Exper. 20%	14	32240	186.26	173.09	170.35	82.42	81.12
6	Exper. 20%	14	32610	186.26	175.07		83.37	
7	Exper. 20%	28	29550	181.46	162.85		77.55	
8	Exper. 20%	28	29260	181.46	161.25	159.17	76.79	75.80
9	Exper. 20%	28	26750	174.37	153.41		73.05	

Fuente: Elaboración propia con los datos obtenidos del laboratorio de la USP-Chimbote

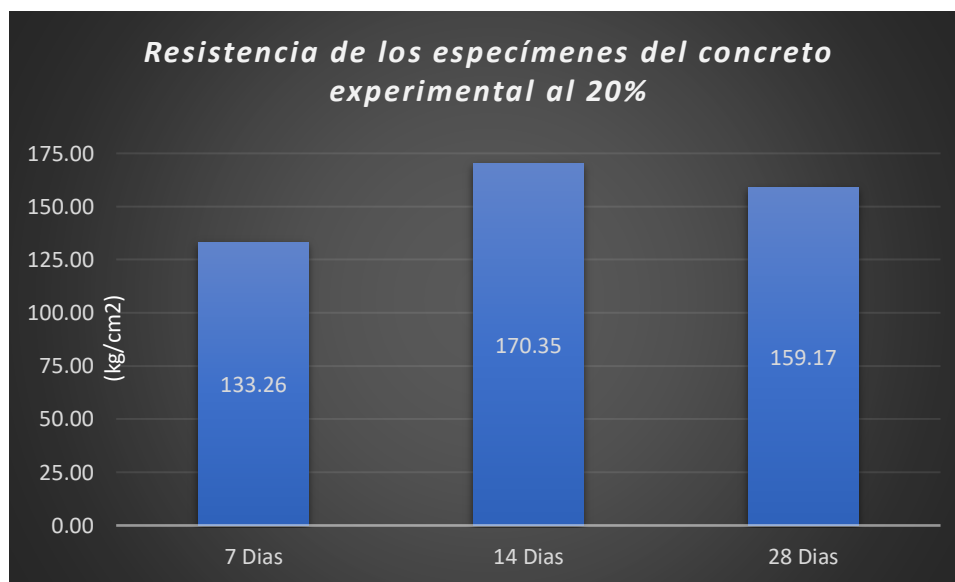


Figura 10. Resistencia de los especímenes del concreto experimental al 20%.

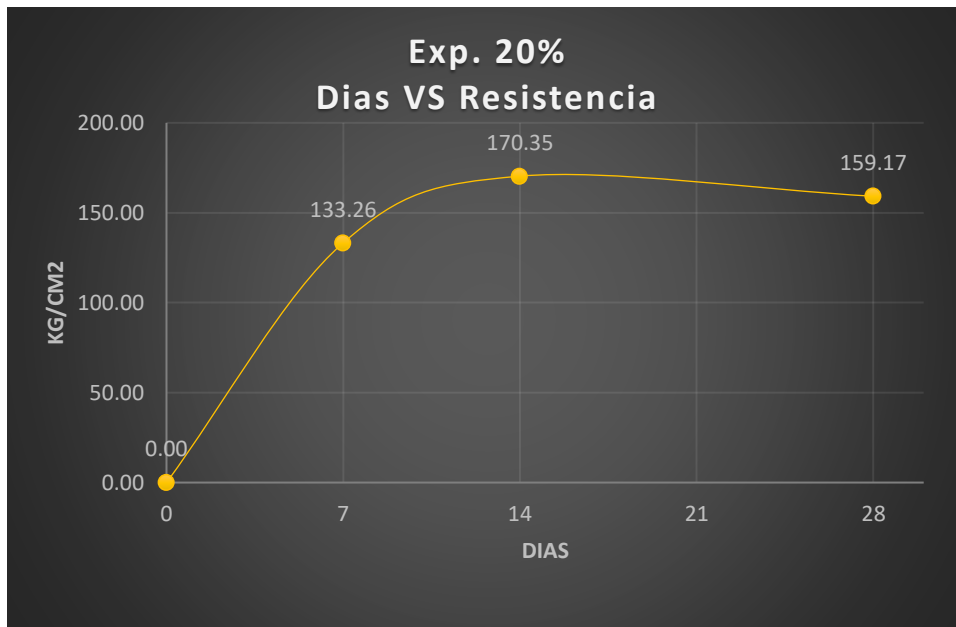


Figura 11. Curva del concreto Experimental al 20% (Días vs Resistencia)

En la tabla N°29 y figura 10 podemos observar las resistencias obtenidas de nuestro concreto experimental sustituidas en un 20% al agregado fino por perlas de Tecnopor; a los 7 días presenta una resistencia de 133.26 kg/cm² que representa a un 63.46% de la resistencia de nuestro concreto proyectado, a los 14 días presenta una resistencia de 170.35 kg/cm² que representa a un 81.12% de la resistencia de nuestro concreto proyectado, a los 28 días presenta una resistencia de 159.17 kg/cm² que representa a un 75.80% de la resistencia de nuestro concreto proyectado.

Tabla 30: Resistencia promedio del concreto patrón y experimental

Edad en Días	CONCRETO			
	Patrón (kg/cm ²)	Sustitución al 10% (kg/cm ²)	Sustitución al 15% (kg/cm ²)	Sustitución al 20% (kg/cm ²)
7	163.21	194.70	143.87	133.26
14	191.70	206.94	161.66	170.35
28	223.34	238.29	172.97	159.17

Fuente: Elaboración propia

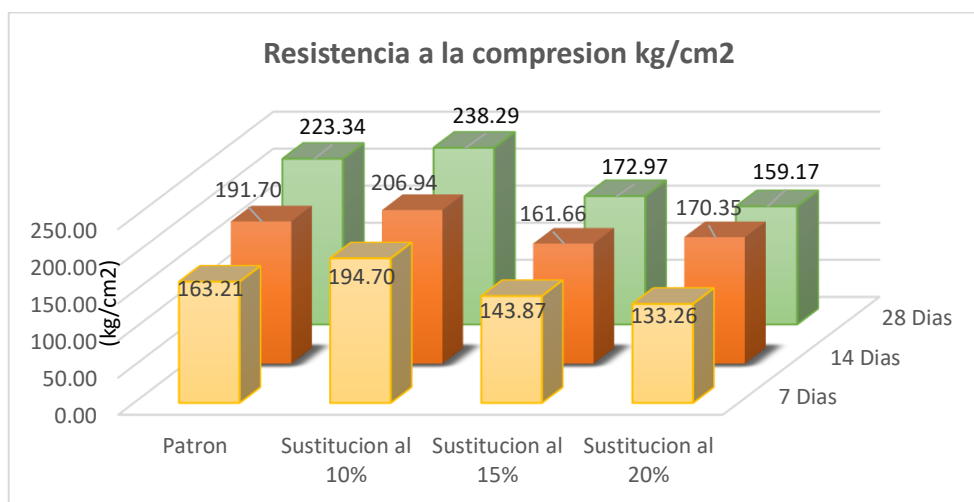


Figura 12 Resistencia promedio del concreto patrón y experimental.

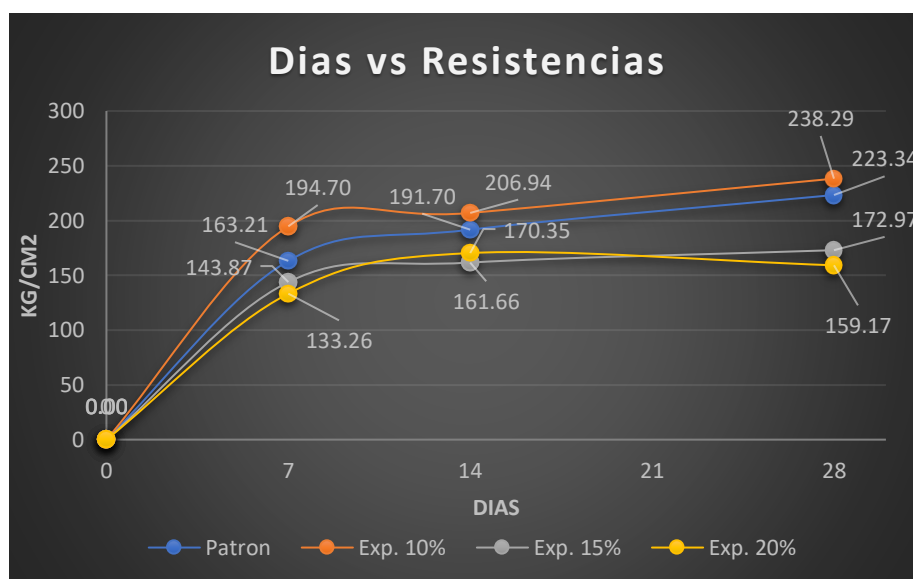


Figura 13. Curva del concreto patrón y Experimentales (Días vs Resistencia)

En la tabla N°30 Figura 12 y 13 podemos observar las resistencias obtenidas de nuestro concreto patrón; a los 7 días presenta una resistencia de 163.21 kg/cm², a los 14 días presenta una resistencia de 191.70 kg/cm², a los 28 días presenta una resistencia de 223.34 kg/cm².

Observamos las resistencias obtenidas de nuestro concreto experimental sustituidas en un 10% al agregado fino por perlas de Tecnopor; a los 7 días presenta una resistencia de 194.70 kg/cm², a los 14 días presenta una resistencia de 206.94 kg/cm², a los 28 días presenta una resistencia de 238.29 kg/cm².

Observamos las resistencias obtenidas de nuestro concreto experimental sustituidas en un 15% al agregado fino por perlas de Tecnopor; a los 7 días presenta una resistencia de 143.87 kg/cm², a los 14 días presenta una resistencia de 161.66 kg/cm², a los 28 días presenta una resistencia de 172.97 kg/cm².

Observamos las resistencias obtenidas de nuestro concreto experimental sustituidas en un 20% al agregado fino por perlas de Tecnopor; a los 7 días presenta una resistencia de 133.26 kg/cm², a los 14 días presenta una resistencia de 170.35 kg/cm², a los 28 días presenta una resistencia de 159.17 kg/cm².

Notamos que el concreto experimental sustituyendo al agregado fino por perlas de Tecnopor en un 10% supera al concreto patrón a los 7,14 y 28 en un 14.99%, 7.26% y 7.12% respectivamente, mientras que los concretos experimentales no alcanzan al concreto patrón

Tabla 31: Resistencia promedio del concreto patrón y experimental, expresado en porcentaje

Edad en (Días)	CONCRETO			
	Patrón (%)	Sustitución al 10% (%)	Sustitución al 15% (%)	Sustitución al 20% (%)
7	77.72	92.71	68.51	63.46
14	91.28	98.54	76.98	81.12
28	106.35	113.47	82.37	75.80

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°31 podemos observar las resistencias obtenidas de nuestro concreto patrón en porcentajes, podemos notar q el concreto experimental sustituyendo al agregado fino por perlas de Tecnopor en un 10% supera al concreto patrón.

Los concretos experimentales sustituyendo al agregado fino por perlas de Tecnopor en un 15% y 20% no logran superar al concreto patrón.

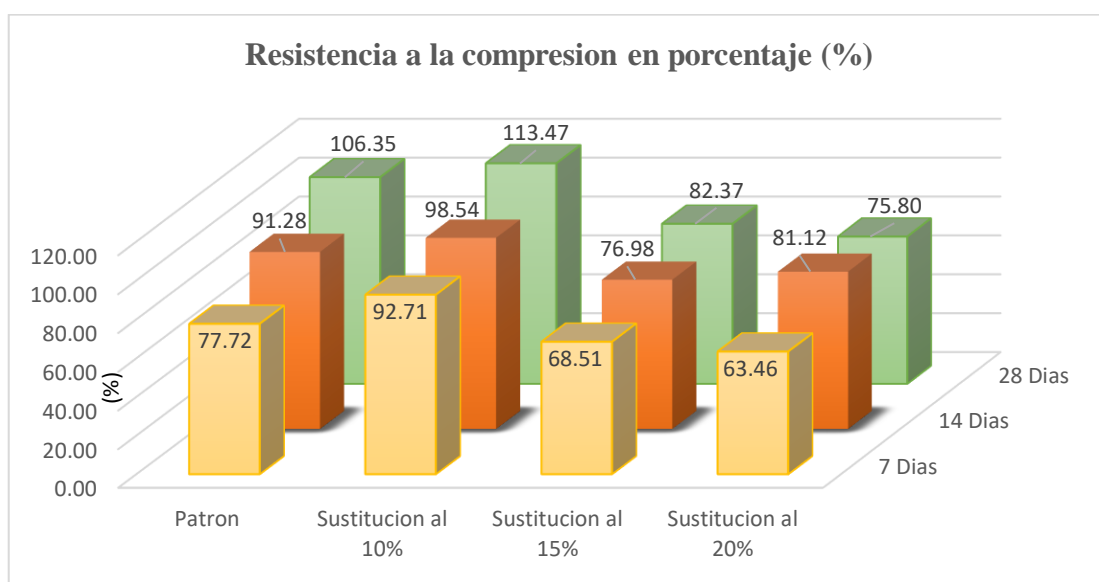


Figura 14. Resistencia promedio del concreto patrón y experimental, expresado en porcentaje

Tabla 32: *Pesos promedio del concreto patrón y experimental al 10%, 15% y 20%*

Testigo	Patrón (kg)	Sustitución al 10% (kg)	Sustitución al 15% (kg)	Sustitución al 20% (kg)
P-01	13.3700	13.450	13.350	13.145
P-02	13.4350	13.250	13.215	13.100
P-03	13.3650	13.450	13.300	13.150
P-04	13.3750	13.450	13.200	13.155
P-05	13.4150	13.450	13.305	13.190
P-06	13.4800	13.300	13.300	13.195
P-07	13.4400	13.354	13.240	13.225
P-08	13.4700	13.400	13.300	12.990
P-09	13.4650	13.400	13.325	12.980
PROM.	13.424	13.389	13.282	13.126

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°32 podemos observar los pesos obtenidos del concreto patrón y experimentales en un 10%, 15% y 20% de sustitución al agregado fino por perlas de Tecnopor, notamos que el concreto patrón tiene un peso promedio de 13.424 kg, el concreto experimental al 10% presenta un peso de 13.389kg, el concreto experimental al 15% presenta un peso de 13.282 kg, y el concreto experimental al 20% presenta un peso de 13.126 kg

Tabla 33: *Densidad del concreto patrón a los 7 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.370	13.435	13.365
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.370	13.435	13.365
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2522.64	2534.91	2521.70
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2526.42	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: *Densidad del concreto patrón a los 14 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.375	13.415	13.480
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.375	13.415	13.480
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2523.58	2531.13	2543.40
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2532.70	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35: *Densidad del concreto patrón a los 28 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.440	13.470	13.465
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.440	13.470	13.465
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2535.85	2541.51	2540.57
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2539.31	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: *Densidad del concreto Experimental al 10% a los 7 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.450	13.250	13.450
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.450	13.250	13.450
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2537.74	2500.00	2537.74
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3	2525.16		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: *Densidad del concreto Experimental al 10% a los 14 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.450	13.450	13.300
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.450	13.450	13.300
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2537.74	2537.74	2509.43
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3	2528.30		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: *Densidad del concreto Experimental al 10% a los 28 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.354	13.400	13.400
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.354	13.400	13.400
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2519.62	2528.30	2528.30
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3	2525.41		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39: *Densidad del concreto Experimental al 15% a los 7 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.350	13.215	13.300
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.350	13.215	13.300
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2518.87	2493.40	2509.43
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2507.23	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: *Densidad del concreto Experimental al 15% a los 14 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.200	13.305	13.300
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.200	13.305	13.300
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2490.57	2510.38	2509.43
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2503.46	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41: *Densidad del concreto Experimental al 15% a los 28 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.240	13.300	13.325
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.240	13.300	13.325
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2498.11	2509.43	2514.15
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2507.23	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: *Densidad del concreto Experimental al 20% a los 7 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.145	13.100	13.150
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.145	13.100	13.150
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2480.19	2471.70	2481.13
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2477.67	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43: *Densidad del concreto Experimental al 20% a los 14 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.155	13.190	13.195
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.155	13.190	13.195
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2482.08	2488.68	2489.62
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2486.79	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: *Densidad del concreto Experimental al 20% a los 28 días*

N°	ELEMENTO	Und	TESTIGO		
			1	2	3
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	13.225	12.990	12.980
2	Peso del recipiente	kg	0.000	0.000	0.000
3	Peso de la muestra	kg	13.225	12.990	12.980
4	volumen de la muestra	m3	0.0053	0.0053	0.0053
5	Peso Volumétrico	kg/m3	2495.28	2450.94	2449.06
6	Peso Volumétrico promedio	kg/m3		2465.09	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45: Densidad promedio del concreto patrón y experimental al 10%, 15% y 20%

Edad en Días	CONCRETO			
	Patrón (kg/m ³)	Exp. al 10% (kg/m ³)	Exp. al 15% (kg/m ³)	Exp. al 20% (kg/m ³)
7	2526.42	2525.16	2507.23	2477.67
14	2532.70	2528.30	2503.46	2486.79
28	2539.31	2525.41	2507.23	2465.09
PROMEDIO	2532.81	2526.29	2505.97	2476.52

Fuente: Elaboración propia

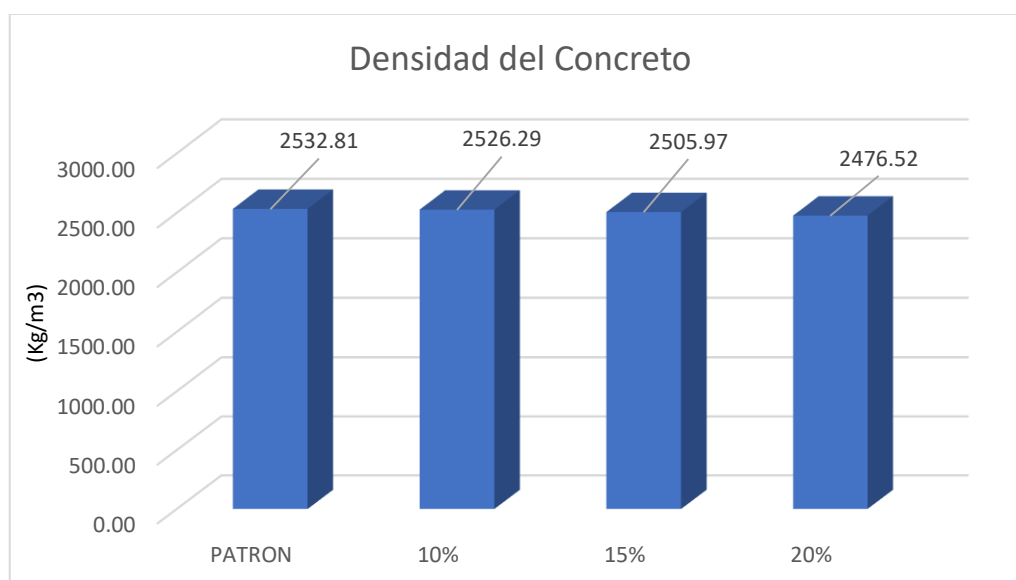


Figura 15. Densidad promedio del concreto patrón y experimental al 10%, 15% y 20%.

En la figura N°15 podemos observar las densidades promedio del concreto patrón como los experimentales: teniendo el patrón una densidad de 2532.81 kg/cm², el concreto experimental al 10% de sustitución presenta una densidad de 2526.29 kg/cm², el concreto experimental al 15% de sustitución presenta una densidad de 2505.97 kg/cm², el concreto experimental al 20% de sustitución presenta una densidad de 2476.52 kg/cm.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Con los resultados y los antecedentes, tenemos lo siguiente:

Según las tablas N°23 y 24 la absorción y densidad de las perlas de Tecnopor presentan un valor de 0.634% y 16 kg/m³ respectivamente. Lo cual según ANAPE nos describe que el valor de la absorción puede llegar a 1%, y la densidad se sitúan en el intervalo que va desde los 10 a 50 kg/m³. Lo cual nos demuestra que nuestro material está dentro de los parámetros respectivos.

Respecto a la relación agua-cemento (a/c) los concretos experimentales presentaron menores valores respecto al concreto patrón. La relación a/c disminuye al aumentar la sustitución del agregado fino por perlas de tecnopor.

Según Tinoco, A. (2019), En su investigación donde sustituyo parcialmente al agregado fino, donde concluyo que es factible la sustitución al 10%, estos resultados son similares a los de la presente investigación ya que al sustituir el agregado fino por perlas de tecnopor en un 10% la resistencia a la compresión cumple con la resistencia requerida del concreto patrón, y las sustituciones de 15% y 20% están por debajo del concreto patrón como se muestra en las tablas N°25, 26, 27 y 28. Al aumentar la sustitución del tecnopor no mejora a mejorar la resistencia porque genera vacíos ya que este material es 98% de aire.

La sustitución al 10%, sobrepasa las resistencias respecto al concreto patrón en 7.12%, mientras que los concretos experimentales al 15% y 20% lograron resistencias menores de 23.98%, y 30.55% respecto al patrón.

En la figura N°10 observamos la comparación de las densidades obtenidas de los concretos (0%, 10%, 15% y 20%) lo cual se reducen respecto al concreto patrón logrando valores porcentuales menores en de 0.26%, 1.06% y 2.22% respectivamente. Al igual que Tinoco, A. (2019). Y Lituma & Zhunio (2015). Concluyeron que a mayor sustitución de perlas de tecnopor la densidad baja lo cual, estos son inversamente proporcional. Por ser un material compuesto de aire baja la densidad ya que ocupa parcialmente el volumen del agregado fino.

CONCLUSIONES

En la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

Se elaboró un diseño de mezcla para una resistencia de 210kg/cm² para un concreto patrón y para concretos experimentales (10%, 15% y 20%) en el cual se planteó sustituir el agregado fino por perlas de tecnopor en función al volumen, ya que ambos materiales (agregado grueso y tecnopor) no tienen el mismo peso específico, por tanto, no pueden ser reemplazados en esa proporción.

Se concluyó que la absorción de las perlas de tecnopor es 0.634%, así como la densidad que presentó un valor de 16 kg/m³.

Para el diseño de mezcla, se estableció el tecnopor es un material que absorbe menor cantidad de agua que el agregado fino. Por lo tanto, resultaron distintas relaciones a/c las cuales son: concreto patrón 0.684, experimental al 10% 0.634, experimental al 15% 0.624 y experimental al 20% 0.613.

El concreto patrón a los 28 días tiene una resistencia a la compresión del 223.34 kg/cm² en promedio, mientras que la resistencia del concreto experimental con la sustitución del agregado fino por perlas de tecnopor en un 10% tiene una resistencia a la compresión de 238.29 kg/cm², en un 15% de sustitución de 172.97 kg/cm², mientras que el concreto experimental con la sustitución del agregado fino por perlas de tecnopor en un 20% tiene una resistencia a la compresión de 159.17 kg/cm².

Se determinó que la sustitución óptima del agregado fino por perlas de tecnopor es al 10% por tener valores por encima del concreto patrón.

Se determinó las densidades para el concreto patrón (0%) y los concretos experimentales tanto para el 10%, 15% y 20% de sustitución de 2532.81kg/m³, 2526.29kg/cm², 2505.97kg/m³ y 2476.52kg/m³ respectivamente.

Se determinó la resistencia a la compresión de un concretos en porcentajes de 0%, 10%, 15% y 20%, reemplazando en volumen el agregado fino. Donde se comprueba que, a mayor porcentaje de sustitución, la resistencia y densidad disminuyen.

RECOMENDACIONES

Se consideran las siguientes recomendaciones:

Entre los porcentajes utilizados, se recomienda utilizar el concreto con 10% de tecnopor, ya que en ese porcentaje se obtuvo un peso volumétrico por debajo del concreto convencional y mantiene una resistencia óptima.

Realizar trabajos de investigación en el cual se utilicen tecnopor triturados junto con las perlas de tecnopor para ser sustituidos por los agregados tanto fino y grueso simultáneamente.

Investigar en mayores niveles de sustitución, considerando concretos no estructurales y de menor resistencia a la compresión.

Se recomienda elaborar ensayos de resistencia a la compresión a edades mayores a los 28 días para determinar la durabilidad del concreto.

Evaluar elementos de relativa baja densidad que complementen al tecnopor en la sustitución de agregados para su uso en el concreto.

Realizar ensayos donde se determinen las ventajas del tecnopor en el concreto, tales como su capacidad de aislante térmico y resistencia al fuego.

Utilizar residuos de tecnopor provenientes de construcciones o de uso reciclables (tapers, vasos, platos, etc.) ya con ello se podría disminuir el impacto ambiental negativo que genera el uso de dicho material.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por iluminar mi camino y conducirme con fortaleza y buenaventura hasta la culminación de mi carrera profesional.

Agradecer a mis padres y hermanas quienes con amor y dedicación me dieron todo lo que estuvo a su alcance para que mi persona sea profesional.

Especial agradecimiento al Ing. Cerna Chávez Rigoberto, asesor de este proyecto de tesis, por sus recomendaciones, y por la confianza que depositó en mí.

A todas las personas que me ayudaron en el desarrollo y culminación de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, C. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: San Marcos.
- ANAPE (1992), “*Catalogo general del poliestireno expandido EPS. Proceso de fabricación, aplicaciones, aspectos medioambientales, normativa y productos*”, Asociación nacional de poliestireno expandido, industria española, Madrid.
- ASTM C 150. (2015). *Especificación Normalizada para Cemento Portland*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/LuisCM3/astm-c150>
- ASTM C 136-06. (2005). *Análisis granulométrico del agregado fino según los requisitos físicos de gradación*. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/276047132/ASTM-C-136-06-pdf>
- Arapa, J. (2016) *Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante*. Universidad Andina, Perú. Recuperado de <file:///C:/Users/User/Downloads/TESIS%20T036%20-%2070248235%20-%20Titulo%20Profesional%20de%20Ingeniero%20Civil.pdf>
- Chuquilin, J. (2018) *Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas*, Trujillo 2018. Universidad Privada del Norte, Perú. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14821/Chuquilin%20Garcia%20Jorge%20Alex.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NTP 339.088. (2004). *Requisitos de calidad del agua para el concreto*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/kiaramirellaporrascrisostomo/ntp-339088>
- Lituma, M. y Zhunio, B. (2015). *Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón*. Universidad de Cuenca, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23112/1/Tesis.pdf>
- Rivva, E. (2012). *Diseño de Mezclas*. Perú: Editorial Williams E.I.R.L.
- Rodríguez, H. (2017) *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca*. Universidad Nacional De Cajamarca, Perú. Recuperado de

<http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/999/TESIS-CLP%20PUBLICA%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sánchez, D. (2001), "Tecnología Del Concreto Y Del Mortero", Colombia: Bhandar Editores.

Tinoco, A. (2019) *Efecto de la sustitución del agregado grueso por tecnopor en la densidad y resistencia del concreto* Universidad de Cuenca, Perú. Recuperado de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/11413/Tesis_61617.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vásquez, H. (2018) *Resistencia del concreto de $f'c=210$ Kg/cm² con sustitución del agregado grueso por tecnopor en 10% y 15% - Huaraz* Universidad San Pedro Perú. Recuperado de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7940/Tesis_57437.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vera, I. (2018) *Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta - Ate - Lima Este* (2018). Universidad Ricardo Palma, Perú. Recuperado de <http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/1636/TESIS%20VERA%20PULIDO.pdf?se>

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO



Figura N° 01: Recolección de las perlas de Tecnopor.



Figura N° 02: Ensayo de absorción y densidad de las perlas de Tecnopor en el laboratorio de polímeros de la UNT.



Figura N° 03: Recolección del agregado grueso de la cantera Rubén



Figura N° 04: Recolección del agregado fino de la cantera Rubén.



Figura N° 05: Cuarteo del agregado grueso para realizar los ensayos de calidad en el laboratorio de mecánica de suelos UPS.



Figura N° 06: Cuarteo del agregado fino para realizar los ensayos de calidad en el laboratorio de mecánica de suelos UPS.



Figura N° 07: Realizando el ensayo de Peso Unitario suelto y compactado del agregado grueso.



Figura N° 08: Realizando el ensayo de Peso Unitario suelto y compactado del agregado fino.



Figura N° 09: Realizando el ensayo de Granulometría al agregado fino.



Figura N° 10: Realizando el ensayo de Granulometría al agregado grueso.



Figura N° 11: Realizando el ensayo de absorción y gravedad específica del agregado fino.



Figura N° 12: Usando el picnómetro para determinar el ensayo de absorción y gravedad específica del agregado fino.



Figura N° 13: Realizando el slump al concreto patrón obteniendo 3”.



Figura N° 14: Pesando las probetas del concreto patrón.

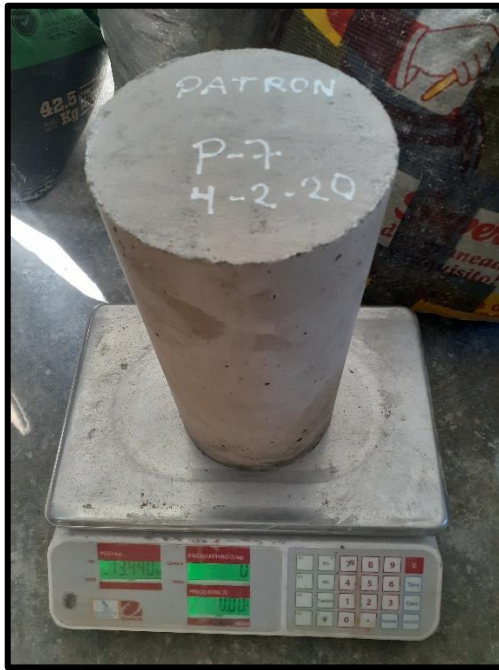


Figura N° 15: Toma de datos de los pesos de la muestra patrón,.



Figura N° 16: Hallando el volumen del agregado fino para sustituirlo por perlas de tecnopor.



Figura N° 17: Aplicando las perlas de tecnopor en la mezcla de concreto experimental al 20% de sustitución.



Figura N° 18: Realizando el slump al concreto experimental al 20% de sustitución obteniendo 3\"/>



Figura N° 19: Concreto experimental al 20% de sustitución.



Figura N° 20: Agua sobrante del concreto experimental al 20% de sustitución.



Figura N° 21: Pesos del concreto experimental al 20% de sustitución.



Figura N° 22: Aplicando las perlas de tecnopor en la mezcla de concreto experimental al 15% de sustitución.



Figura N° 23: Slump al concreto experimental al 15% de sustitución obteniendo 3”.



Figura N° 24: Preparación del concreto experimental al 15% de sustitución.



Figura N° 25: : Agua sobrante del concreto experimental al 15% de sustitución.



Figura N° 26: Aplicando las perlas de tecnopor en la mezcla de concreto experimental al 10% de sustitución.



Figura N° 27: Realizando el slump al concreto experimental al 10% de sustitución obteniendo 3”.

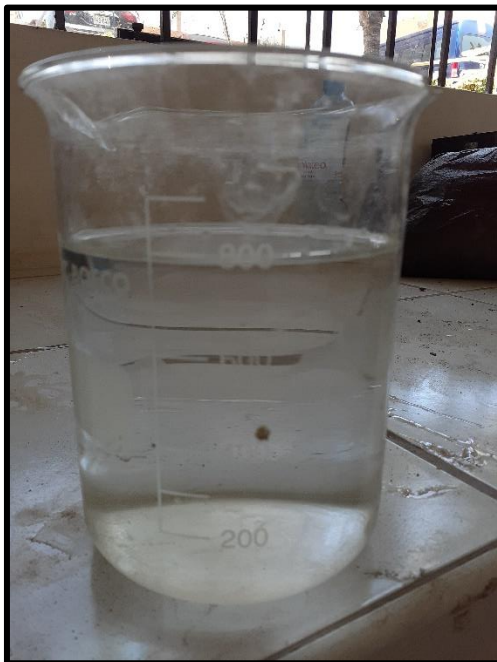


Figura N° 28: Agua sobrante del concreto experimental al 10% de sustitución.



Figura N° 29: Concreto experimental al 10% de sustitución.



Figura N° 30: Pesos del concreto experimental al 10% de sustitución.



Figura N° 31: Probetas del Concreto experimental al 10% de sustitución.



Figura N° 32: Curado de las probetas de concreto.



Figura N° 33: Ensayo a la compresión de las probetas de concreto.

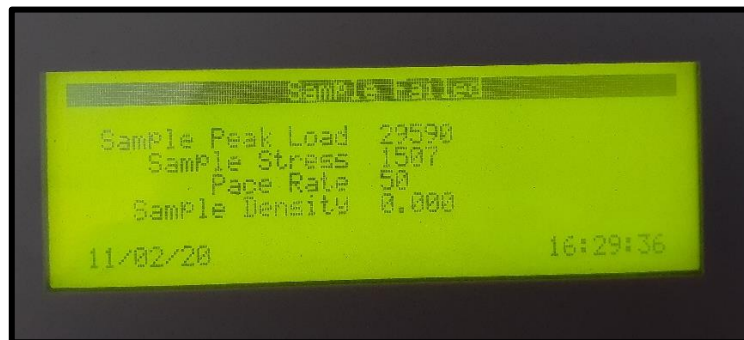


Figura N° 34: Lectura de la maquina rompe probetas a las probetas de concreto patrón.



Figura N° 35: La fractura fue de tipo columnar a la probeta de concreto patrón.



Figura N° 36: Concreto con las perlas de Tecnopor



Trujillo, 11 de febrero del 2020

INFORME N° 54 - FEB-20

Solicitante: Rodríguez Rosado Cesar– Universidad San Pedro

RUC/DNI:

Supervisor:

1. MUESTRA: Perlas de tecnopor (poliestireno expandido) (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	PT-54F	0.05 g

2. ENSAYOS A APLICAR

- Densidad aparente
- Capacidad de absorción.

3. EQUIPO E INSTRUMENTOS EMPLEADO Y CONDICIONES

- Estufas de secado
- Balanza Analítica
- Picnómetro
- Sistema de medición adaptable a principio de Arquímedes.
- Medición de densidad según norma ASTM D792
- Medición de capacidad de absorción según norma ASTM D570

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa





Trujillo, 11 de febrero del 2020

INFORME N° 54 - FEB-20

4. Resultados:

4.1 Capacidad absorción:

Masa inicial seca(g) 4 hr / 50°C	0.1736
	0.1721
	0.1751
	0.1727
	0.174
Masa final - húmeda (g) 24 hr / 22°C	0.1739
	0.1756
	0.1744
	0.1749
	0.1742

Ensayo de Absorción (valores promedios)

Masa inicial (gr)	0.1735
Masa final (gr)	0.1746
% de absorción	0.634%

4.2 Densidad:

ESFERAS DE PS GRANDES

Muestra	Masa (gr)	Diámetro (cm)	Radio (cm)	Volumen (cm ³)	Densidad (gr/cm ³)
1	0.0032	0.683	0.3415	0.1668	0.0192
2	0.0028	0.703	0.3515	0.1819	0.0154
3	0.0024	0.686	0.3430	0.1690	0.0142
4	0.0033	0.742	0.3710	0.2139	0.0154
5	0.0032	0.690	0.3450	0.1720	0.0186
6	0.0027	0.682	0.3410	0.1661	0.0163
7	0.0033	0.751	0.3755	0.2218	0.0149
8	0.0029	0.714	0.3570	0.1906	0.0152
9	0.0026	0.682	0.3410	0.1661	0.0157
10	0.0026	0.659	0.3295	0.1498	0.0174
11	0.0031	0.739	0.3695	0.2113	0.0147
12	0.0030	0.724	0.3620	0.1987	0.0151
13	0.0032	0.725	0.3625	0.1995	0.0160
14	0.0023	0.685	0.3425	0.1683	0.0137
15	0.0031	0.703	0.3515	0.1819	0.0170

Promedio

0.1839

0.0159





ESFERAS DE PS MEDIANAS

Muestra	Masa (gr)	Diámetro (cm)	Radio (cm)	Volumen (cm ³)	Densidad (gr/cm ³)
1	0.0018	0.569	0.2845	0.0965	0.0187
2	0.0015	0.562	0.2810	0.0929	0.0161
3	0.0017	0.566	0.2830	0.0949	0.0179
4	0.0014	0.509	0.2545	0.0690	0.0203
5	0.0012	0.560	0.2800	0.0920	0.0131
6	0.0014	0.571	0.2855	0.0975	0.0144
7	0.0013	0.520	0.2600	0.0736	0.0177
8	0.0013	0.561	0.2805	0.0924	0.0141
9	0.0015	0.555	0.2775	0.0895	0.0168
10	0.0016	0.571	0.2855	0.0975	0.0164
11	0.0014	0.582	0.2910	0.1032	0.0136
12	0.0014	0.550	0.2750	0.0871	0.0161
13	0.0013	0.535	0.2675	0.0802	0.0162
14	0.0015	0.582	0.2910	0.1032	0.0145
15	0.0015	0.552	0.2760	0.0881	0.0170
Promedio				0.0905	0.0162

ESFERAS DE PS PEQUEÑAS

Muestra	Masa (gr)	Diámetro (cm)	Radio (cm)	Volumen (cm ³)	Densidad (gr/cm ³)
1	0.0010	0.473	0.2365	0.0554	0.0180
2	0.0011	0.504	0.2520	0.0670	0.0164
3	0.0010	0.476	0.2380	0.0565	0.0177
4	0.0008	0.454	0.2270	0.0490	0.0163
5	0.0009	0.470	0.2350	0.0544	0.0166
6	0.0009	0.483	0.2415	0.0590	0.0153
7	0.0009	0.471	0.2355	0.0547	0.0165
8	0.0011	0.476	0.2380	0.0565	0.0195
9	0.0008	0.462	0.2310	0.0516	0.0155
10	0.0009	0.460	0.2300	0.0510	0.0177
11	0.0009	0.463	0.2315	0.0520	0.0173
12	0.0009	0.480	0.2400	0.0579	0.0155
13	0.0009	0.469	0.2345	0.0540	0.0167
14	0.0010	0.488	0.2440	0.0608	0.0164
15	0.0008	0.460	0.2300	0.0510	0.0157
Promedio				0.0554	0.0167

Densidad promedio = $0.016 \text{ g/cm}^3 = 16 \text{ Kg/m}^3$.

Trujillo, 11 de febrero del 2020



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Dept. Ingeniería de Materiales - UNT

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : ARENA GRUESA
FECHA : 24/06/2020

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	605	505	
TARA + SUELO SECO (gr)	600	501	
PESO DEL AGUA (gr)	5	4	
PESO DE LA TARA (gr)	40	40	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	560	461	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.89	0.87	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.88	

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Suelos y de Materiales

Mg. Miguel Sillar Jara
JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO GRUESO

(ASTM D-2216)

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO
FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
CANTERA : RUBEN
MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
FECHA : 24/06/2020

PRUEBA N°	01	02	03
TARA N°			
TARA + SUELO HUMEDO (gr)	785	915	
TARA + SUELO SECO (gr)	783	914	
PESO DEL AGUA (gr)	2	1	
PESO DE LA TARA (gr)	65	70	
PESO DEL SUELO SECO (gr)	718	844	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.28	0.12	
PROM. CONTENIDO HUMEDAD (%)		0.20	

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
Escuela de Ingeniería de Materiales
Mg. *[Firma]* **Mar Jara**
JEFE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESITENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 24/06/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7945	7925	7905
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	4645	4625	4605
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1689	1682	1675
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1682		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1667		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	8420	8435	8430
Peso de molde	3300	3300	3300
Peso de muestra	5120	5135	5130
Volumen de molde	2750	2750	2750
Peso unitario (Kg/m3)	1862	1867	1865
Peso unitario prom. (Kg/m3)	1865		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1849		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA DE MATERIALES

Mg. Miguel Salar Jara
 JEFE

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESITENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 24/06/2020

PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	18860	18740	18695
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	13810	13690	13645
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1485	1472	1467
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1475		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1472		

PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	19720	19760	19791
Peso de molde	5050	5050	5050
Peso de muestra	14670	14710	14741
Volumen de molde	9300	9300	9300
Peso unitario (Kg/m ³)	1577	1582	1585
Peso unitario prom. (Kg/m³)	1581		
CORREGIDO POR HUMEDAD	1578		


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LEO MOCANCA AL SUELO
 Laboratorio de Materiales



Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO FINO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESITENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 24/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	gr.	300.00	300.00
B	Peso de picnometro + agua	gr.	665.00	665.00
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A+B)	cm ³	965.00	965.00
D	Peso de picnometro + agua + material	gr.	857.00	857.00
E	Volumen de masa + volumen de vacios (C-D)	cm ³	108.00	108.00
F	Peso de material seco en estufa	gr.	297.70	297.70
G	Volumen de masa (E-(A-F))		105.70	105.70
H	P.e. Bulk (Base Seca) F/E		2.756	2.756
I	P.e. Bulk (Base Saturada) A/E		2.778	2.778
J	P.e. Aparente (Base Seca) F/E		2.816	2.816
K	Absorción (%) ((D-A)/A)x100		0.77	0.77

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.756
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.778
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.816
Absorción (%) : 0.77


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Sólidos y Ciencia de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION AGREGADO GRUESO (Según norma ASTM C-127)

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESITENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO
 FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 24/06/2020

A	Peso de material saturado superficialmente seco (aire)	638.90	636.40
B	Peso de material saturado superficialmente seco (agua)	415.40	420.70
C	Volumen de masa + volumen de vacios (A-B)	223.50	215.70
D	Peso de material seco en estufa	635.00	632.10
E	Volumen de masa (C-(A-D))	219.60	211.40
G	P.e. Bulk (Base Seca) D/C	2.841	2.930
H	P.e. Bulk (Base Saturada) A/C	2.859	2.950
I	P.e. Aparente (Base Seca) D/E	2.892	2.990
F	Absorción (%) ((D-A/A)x100)	0.61	0.68

P.e. Bulk (Base Seca) : 2.886
P.e. Bulk (Base Saturada) : 2.905
P.e. Aparente (Base Seca) : 2.941
Absorción (%) : 0.65


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Sólidos y Laboratorio de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 JARA

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO
(ASTM C 136-06)

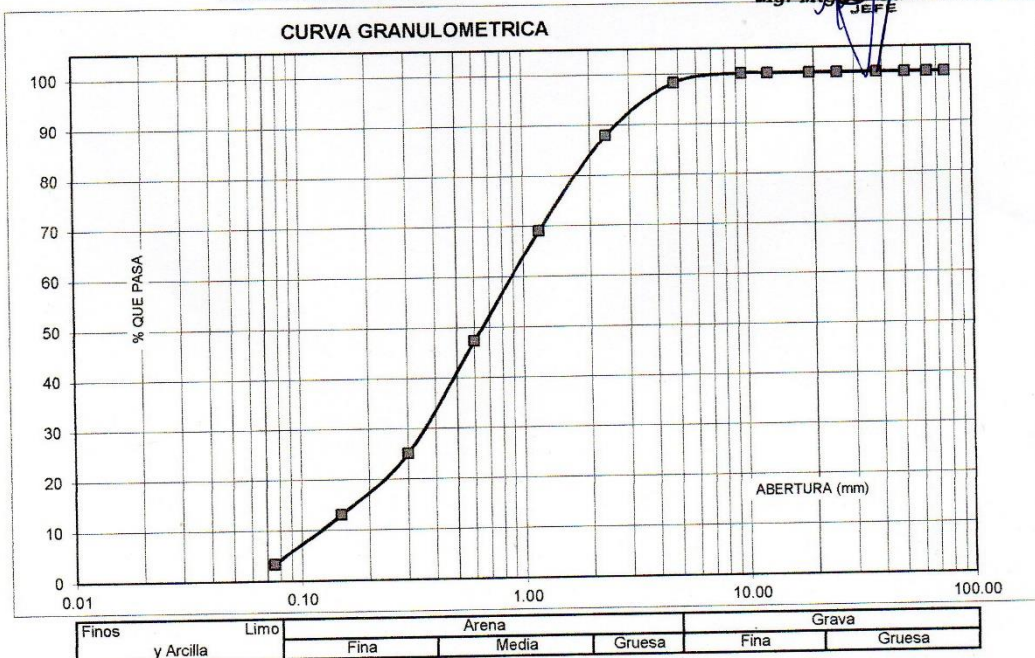
SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : ARENA GRUESA
 FECHA : 24/06/2020

TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.20	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.50	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.80	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.40	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.10	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.52	0.0	0.0	0.0	100.0
N° 4	4.76	15.0	1.7	1.7	98.3
N° 8	2.36	90.0	10.3	12.0	88.0
N° 16	1.18	165.0	18.9	30.9	69.1
N° 30	0.60	190.0	21.7	52.6	47.4
N° 50	0.30	195.0	22.3	74.9	25.1
N° 100	0.15	105.0	12.0	86.9	13.1
N° 200	0.08	85.0	9.7	96.6	3.4
PLATO	ASTM C-117-04	30	3.4	100.0	0.0
TOTAL		875.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Módulo de Fineza	2.59

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
Mg. Mibule Solar Jara
 JEFE




ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
(ASTM C 136-06)

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO
 FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
 CANTERA : RUBEN
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 FECHA : 24/06/2020

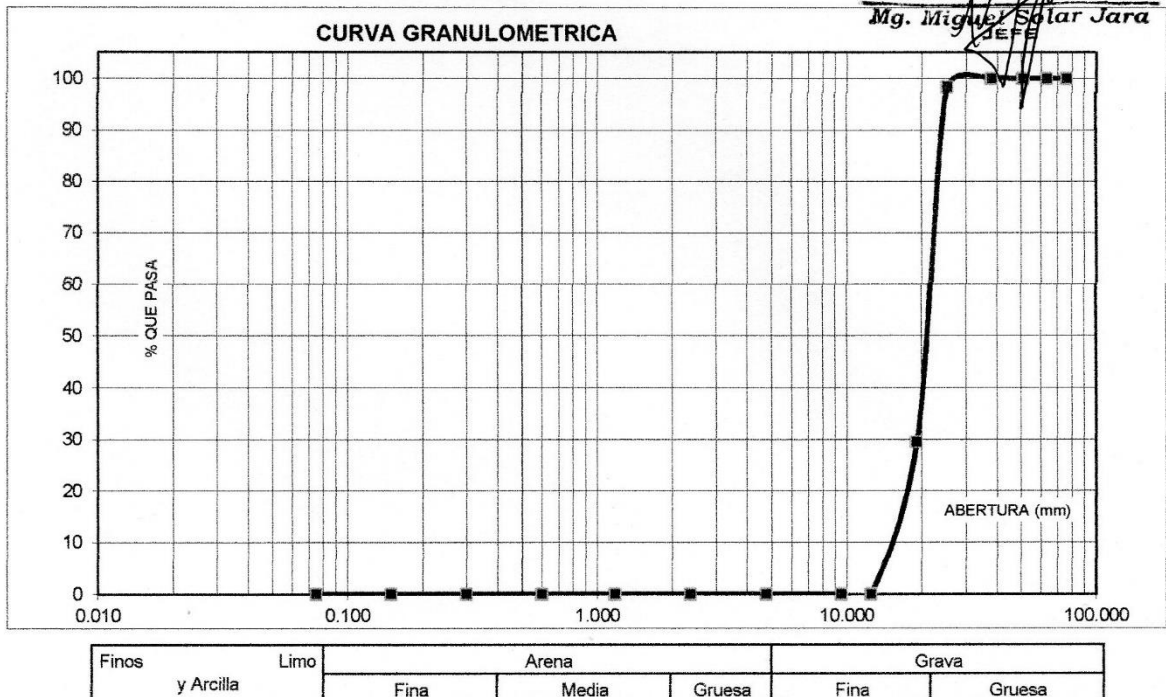
TAMIZ		Peso retenido	% ret. Parcial	% ret. Acumu.	% Que pasa
N°	Abert.(mm)	(gr.)	(%)	(%)	(gr.)
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	25.0	1.7	1.7	98.3
3/4"	19.100	1040.0	68.9	70.5	29.5
1/2"	12.500	445.0	29.5	100.0	0.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 4	4.760	0.0	0.0	100.0	0.0
N°8	2.360	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 16	1.180	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 30	0.600	0.0	0.0	100.0	0.0
N°50	0.300	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 100	0.150	0.0	0.0	100.0	0.0
N° 200	0.075	0.0	0.0	100.0	0.0
PLATO	ASTM C-117-04	0	0.0	100.0	0.0
TOTAL		1510.0	100.0		

PROPIEDADES FISICAS	
Tamaño Maximo Nominal	"3/4"
Huso	N° 5 Ref. (ASTM C-33)

OBSERVACIONES
La Muestra tomada identificada por el solicitante.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Suelos y Pruebas de Materiales


Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE



DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
TESIS : RESITENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
LUGAR : CHIMBOTE-SANTA-ANCASH
FECHA : 24/06/2020

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el metodo del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 210 kg/cm², a los 28 días.

MATERIALES

A.- Cemento :

- Tipo I "Pacasmayo"
- Peso especifico 3.10

B.- Agua :

- Potable, de la zona.

C.-Agregado Fino :


CANTERA : RUBEN

- Peso especifico de masa 2.76
- Peso unitario suelto 1667 kg/m³
- Peso unitario compactado 1849 kg/m³
- Contenido de humedad 0.88 %
- Absorción 0.77 %
- Módulo de fineza 2.59

D.- Agregado grueso

CANTERA : RUBEN

- Piedra, perfil angular
- Tamaño Máximo Nominal "3/4"
- Peso especifico de masa 2.89
- Peso unitario suelto 1472 kg/m³
- Peso unitario compactado 1578 kg/m³
- Contenido de humedad 0.20 %
- Absorción 0.65 %

 UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
FACULTAD DE INGENIERIA
Lab. Mecánica de Fluidos y de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 3" a 4" .

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 3" a 4" , sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de "3/4" , el volumen unitario de agua es de 205 lt/m³ .

RELACIÓN AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua - cemento de 0.684

FACTOR DE CEMENTO

F.C. : 205 / 0.684 = 299.71 kg/m³ = 7.05 bolsas / m³

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

Cemento.....	299.708	kg/m3
Agua efectiva.....	202.284	lts/m3
Agregado fino.....	823.101	kg/m3
Agregado grueso.....	1105.436	kg/m3

PROPORCIONES EN PESO

$$\frac{299.71}{299.71} : \frac{823.101}{299.71} : \frac{1105.44}{299.71}$$

1 : 2.75 : 3.69 : 28.68 lts / bolsa

PROPORCIONES EN VOLUMEN

1 : 2.45 : 3.75 : 28.68 lts / bolsa



Mg. Miguel Solar Jara
JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESITENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREG
 FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 24/06/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
	ELEMENTO		MOLDEO	ROTURA			
01	PATRON	3,0	04/02/2020	11/02/2020	7	157.83	75.16
02	PATRON	3,0	04/02/2020	11/02/2020	7	167.44	79.74
03	PATRON	3,0	04/02/2020	11/02/2020	7	164.37	78.27
04	PATRON	3,0	04/02/2020	18/02/2020	14	192.71	91.77
05	PATRON	3,0	04/02/2020	18/02/2020	14	186.79	88.95
06	PATRON	3,0	04/02/2020	18/02/2020	14	195.59	93.14
07	PATRON	3,0	04/02/2020	03/03/2020	28	220.92	105.20
08	PATRON	3,0	04/02/2020	03/03/2020	28	223.25	106.31
09	PATRON	3,0	04/02/2020	03/03/2020	28	225.84	107.54

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 10%


SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESITENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 24/06/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	17/02/2020	7	192.29	91.57
02	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	17/02/2020	7	197.98	94.28
03	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	17/02/2020	7	193.81	92.29
04	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	24/02/2020	14	202.64	96.50
05	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	24/02/2020	14	207.62	98.87
06	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	24/02/2020	14	210.57	100.27
07	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	09/03/2020	28	235.75	112.26
08	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	09/03/2020	28	243.05	115.74
09	EXPERIMENTAL	3,0	10/02/2020	09/03/2020	28	236.09	112.42

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.


 UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Sólidos y de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 I. E. P.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 24/06/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO	SLUMP	FECHA		EDAD	FC	FC/FC
	ELEMENTO	(")	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/Cm2	(%)
01	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	13/02/2020	7	141.36	67.31
02	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	13/02/2020	7	142.94	68.07
03	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	13/02/2020	7	147.30	70.14
04	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	20/02/2020	14	157.48	74.99
05	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	20/02/2020	14	158.50	75.48
06	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	20/02/2020	14	168.99	80.47
07	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	05/03/2020	28	166.83	79.44
08	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	05/03/2020	28	172.82	82.30
09	EXPERIMENTAL	3,0	06/02/2020	05/03/2020	28	179.26	85.36

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Sólidos y Laboratorio de Materiales

Mg. Miguel Solar Jara
 J.E.E.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION-EXPERIMENTAL 20%

SOLICITA : BACH:RODRIGUEZ ROSADO CESAR KEVIN
 TESIS : RESITENCIA A LA COMPRESION DE UN CONCRETO F'C=210 KG/CM2 SUSTITUYENDO AL AGREGADO FINO POR PERLAS DE TECNOPOR
 LUGAR : CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - ANCASH
 FECHA : 24/06/2020

F' C : 210 Kg/cm2

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP (")	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/Cm2	FC/F' C (%)
			MOLDEO	ROTURA			
01	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	12/02/2020	7	128.46	61.17
02	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	12/02/2020	7	136.74	65.11
03	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	12/02/2020	7	134.58	64.08
04	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	19/02/2020	14	162.88	77.56
05	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	19/02/2020	14	173.09	82.42
06	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	19/02/2020	14	175.07	83.37
07	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	04/03/2020	28	162.85	77.55
08	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	04/03/2020	28	161.25	76.79
09	EXPERIMENTAL	3,0	05/02/2020	04/03/2020	28	153.41	73.05

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responde a la norma de diseño ASTM C-39.

OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos por el interesado a este laboratorio.


UNIVERSIDAD SAN PEDRO DE CALLO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 Lab. Mecánica de Fluidos / Laboratorio de Materiales
Mg. Miguel Solar Jara
 JEFE