



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

### **ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la  
compresión y flexión del concreto de  $210 \text{ kg/cm}^2$

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

#### **AUTORES:**

Hernández Vásquez, Erick Branduz (ORCID: 0000-0001-6788-4937)

Muro Sandoval, Ronald Octavio (ORCID: 0000-0003-4070-8575)

#### **ASESOR:**

Dr. Gutiérrez Vargas, Leopoldo Marcos (ORCID: 0000-0003-2630-6190)

#### **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**CHICLAYO – PERÚ**

**2021**

## Dedicatoria

*Dedico en esta tesis a mis padres. Principalmente a nuestras familias que con tanto esfuerzo amor y cariño me brindaron ánimos de seguir adelante y darme todas las facilidades para continuar, darme ánimos, consejos, recursos para culminar la carrera de ingeniería civil y al resto a mis amigos por la ayuda y el apoyo continuo en cada paso realizado. (Muro Sandoval Ronald Octavio).*

*Dedico la presente tesis a mis padres, por su apoyo constante, ya que desde un inicio me inculcaron la disciplina de estudiar y luchar por cumplir mis metas, a mi esposa quien me apoyado siempre de manera incondicional durante todo este tiempo, por estar conmigo en cada momento. Finalmente quiero dedicar a toda mi familia por sus consejos y sus palabras de aliento. (Hernández Vásquez Erick Branduz)*

## **Agradecimiento**

*En estas líneas dedica a mis seres queridos que más aprecio en lo profundo ya que ellos son todas las personas que me han apoyado condicionalmente en obtener esta presentación de este trabajo en especial mi asesor mg. Leopoldo Gutiérrez Vargas, en el cual con mucha dedicación y paciencia me oriento y me tuvo seguimiento para la supervisión de casa paso que realizaba a la vez una motivación no solo como docente si no como ser humano y una excelente persona en lo largo de proyectos de investigación y también agradezco con gratitud a la escuela profesional de ingeniera civil por su colaboración y guía para que aun sigamos en esta modalidad que nos ayuda a salir adelante y emprender una nueva etapa de nuestra vida como profesionales, a mi familia la que más aprecio y a mis amigos. A todos muchas gracias. (Muro Sandoval Ronald Octavio).*

*Mi más profundo agradecimiento a mis padres, hermanas y hermano por haberme apoyado incondicionalmente, pese a las dificultades que se presentaron. Agradezco a mi esposa por amor, por su respaldo me ayuda a alcanzar mis objetivos.*

*De igual manera, mis agradecimientos a la Universidad Cesar Vallejo, a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, a todos los catedráticos, en especial al Mg. Torres Tafur José Benjamín, por sus enseñanzas brindadas, por su paciencia, dedicación apoyo incondicional y amistad. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Mg. Leopoldo Gutiérrez Vargas, quien con su orientación, conocimiento, disciplina y colaboración permitió la realización de este trabajo de investigación. (Hernández Vásquez Erick Branduz)*

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I INTRODUCCIÓN.....	1
II MARCO TEÓRICO .....	5
III METODOLOGÍA.....	20
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	20
3.2 Variable y operacionalización .....	24
3.3 Población, muestra y muestreo .....	24
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	28
3.5 Procedimientos.....	30
3.6 Método de análisis de datos .....	31
3.7 Aspectos éticos .....	31
IV RESULTADOS .....	32
V DISCUSIÓN.....	48
VI CONCLUSIONES.....	53
VII RECOMENDACIONES .....	54
REFERENCIAS .....	55
ANEXOS.....	59

## Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de asentamiento de mezcla.....	12
Tabla 2. Composición química de la puzolana .....	14
Tabla 3. Composición química de la muestra de concha de mejillón .....	15
Tabla 4. Propiedades mecánicas de los moluscos.....	16
Tabla 5. Resumen de muestras de resistencia a compresión y flexión.....	27
Tabla 6. Resultados de los estudios preliminares de agregado fino, conchas de mejillón y agregado grueso .....	32
Tabla 7. Peso específico del cemento y puzolana .....	32
Tabla 8. Cantidad de material del diseño de mezcla patrón sin factor de seguridad .....	33
Tabla 9. Resultados del diseño de mezcla .....	33
Tabla 10. Proporción en peso y volumen del diseño patrón.....	33
Tabla 11. Cantidad de material para la elaboración de un cubo del diseño patrón y experimentales .....	34
Tabla 12. Cantidad de material en porcentajes para la elaboración de 9 probetas cilíndricas de 6 in y 12 in, y 9 probetas prismáticas de 15 cm x 15 cm x 53 cm .....	35
<i>Tabla 13. Resultados del concreto en estado fresco.....</i>	<i>36</i>
Tabla 14. Resultados comparativos de la resistencia a la compresión a los 28 días .....	39
Tabla 15. Resultados comparativos de resistencia a la flexión a los 28 días.....	44
Tabla 16. Resumen de la prueba de hipótesis para la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	47

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Equipo apropiado para el ensayo a flexión en vigas simples con cargas a los tercios del claro.....	13
Figura 2. Trituración de conchas de mejillón .....	16
<i>Figura 3. La calcita es un polímero estable en condición ambiente, mientras que el aragonito es un polímero de alta presión. ....</i>	<i>16</i>
Figura 4. Diseño de investigación para la resistencia a compresión del concreto .....	22
Figura 5. Diseño de investigación para la resistencia a flexión del concreto.....	23
Figura 6. Detalle de procedimientos para el diseño de mezcla .....	30
Figura 7. Evolución de la resistencia a la compresión de los diseños experimentales con puzolana.....	37
Figura 8. Evolución de la resistencia a la compresión de los diseños experimentales con concha de mejillón .....	38
Figura 9. Resultados de resistencia a la compresión promedio porcentual de cada diseño con respecto al diseño requerido (210 kg/cm <sup>2</sup> ).....	40
Figura 10. Evolución de la resistencia a la compresión de cada diseño experimental en comparación con el concreto patrón .....	41
Figura 11. Evolución de la resistencia a la flexión de los diseños experimentales con puzolana.....	42
Figura 12. Evolución en la resistencia a la flexión de los diseños experimentales con concha de mejillón.....	43
Figura 13. Resultados de resistencia a la flexión promedio porcentual de cada diseño con respecto al diseño requerido (3.40 Mpa = 100%) .....	45
Figura 14. Evolución de la resistencia a la flexión de cada diseño experimental en comparación del diseño patrón = 0% .....	46

## Resumen

En la presente investigación el objetivo general fue determinar el efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Se utilizó la siguiente metodología, el tipo de investigación es aplicada y tiene un diseño experimental puro. La técnica que se utilizó es la observación y el instrumento fue la guía de observación de campo, para ambas variables. La población de estudio son los especímenes de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> con sustitución parcial de concha de mejillón al agregado fino y puzolana al cemento, la muestra son 99 probetas cilíndricas y 99 probetas prismáticas.

La conclusión principal fue que la sustitución de concha de mejillón y puzolana en ciertos porcentajes incrementó la resistencia del concreto, ya que al sustituir 15% puzolana al cemento se obtuvo una mejora de 10.64% y 6.15% a la resistencia a la compresión y flexión respectivamente, respecto al diseño patrón. Así como también la sustitución de 7.5% concha de mejillón al agregado fino incrementó la resistencia a la compresión y flexión en 5.56% y 4.99% respectivamente, en comparación con el diseño patrón. Se recomienda su uso en la construcción de obras civiles.

Palabras clave: puzolana, concha de mejillón, resistencia a compresión, resistencia a flexión.

## **Abstract**

In the present research, the general objective was to find the effect of mussel shell and pozzolana on the compressive and flexural strength of concrete 210 Kg/cm<sup>2</sup>.

The methodology was the applied research and it has a pure experimental design.

The technique used the observation and the instrument was field work observation guide, for both variables.

The study population is the concrete specimens of 210 Kg/cm<sup>2</sup> with a partial substitution of mussel shell to fine aggregate and pozzolana to the cement and the sample is 99 cylindrical test tube and 99 prismatic test tube specimens.

The principal conclusion was substituted mussel shell and pozzolana in certain percentages increase the resistance of the concrete, since by substituting pozzolana 15% to the concrete, it gets an improvement of 10.64 % and 6.15 % on the compressive and flexural strength both with the standard design, also by substituting mussel shell 7.5 % to the fine aggregate increase the resistance to the compressive and flexural strength in 5.56% and 4.99% respectively in comparison with the standard design this research is recommended for the construction of civil work.

Keywords: Pozzolana, mussel shell, compressive strength, flexural strength.



## I INTRODUCCIÓN

Según (Montalvo 2015, p. 1), actualmente el concreto es uno de los componentes más usados del sector de la construcción, puesto que posee propiedades físico – mecánicas que permiten que las estructuras sean más resistentes. El concreto se utiliza en pequeñas, medianas y grandes obras de construcción; como obras civiles, viviendas familiares, puentes, edificios, carreteras, presas, túneles, etc. Como afirma (Adhikari 2017, p. 12), el cemento se considera un material esencial en la construcción, empleado ampliamente en todo el mundo. Sin embargo, es dañino al medio ambiente y costoso. La producción del cemento portland ordinario no es amigable con el medio ambiente, ya que libera considerables volúmenes de CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono).

Como expresa (Rehman 2017, p. 1), uno de los principales problemas de los ingenieros civiles es deterioro de estructuras de concreto reforzado y más aún en la franja costera, puesto que se invierte gran cantidad de dinero anualmente en la reparación y rehabilitación de estructuras de concreto armado deterioradas. Lo cual se debe a que los materiales de construcción no tienen un buen desempeño frente a las agresiones ambientales.

Como afirma (Davami 2018, p. 2), el estado del pavimento es un aspecto crítico para el desarrollo de un país, además la condición del pavimento afecta de manera crucial al presupuesto nacional, en lo que respecta a los costos directos, como a la construcción de la infraestructura vial, mantenimiento, costo indirecto y el costo social proveniente de los fenómenos naturales. Por lo consiguiente un pavimento, en buen estado es fundamental para proporcionar seguridad, confort, economía y calidad ambiental para satisfacer a los usuarios de la vía.

A nivel mundial, se realizan nuevas investigaciones tecnológicas al adicionar o sustituir parcialmente nuevos productos orgánicos e inorgánicos, que mejoren las características físicas – químicas de los agregados, de tal manera de obtener un nuevo diseño de mezcla que incremente las propiedades mecánicas del concreto. De esta manera el material reciclado se reutiliza

obteniendo un concreto ecológico (disminuyendo la contaminación ambiental), para aplicarlo en sector de la construcción.

En Perú, existen muchos proyectos correspondientes a edificaciones que se vienen ejecutando. Así como también existen fallas en las estructuras de concreto armado, como fisuras, grietas y surcos, generando costos de reparaciones, reemplazo de estructuras deterioradas, las cuales son las más comunes afectando de esta manera a la seguridad de las viviendas, por lo cual actualmente se está adicionando o sustituyendo materias orgánicas e inorgánicas al cemento o a los agregados, para mejorar la calidad y las propiedades mecánicas del hormigón.

En la presente investigación se reemplazó puzolana (P) en ciertos porcentajes al cemento, así como también se sustituyó concha de mejillón (CM) triturada en ciertas proporciones al agregado fino para optimizar las propiedades mecánicas, con el fin, de minimizar los costos de rehabilitación las estructuras de concreto armado.

Teniendo en cuenta a (Andina 2018), los pavimentos rígidos sufren deterioros, agrietamientos o fisuras, donde se evidencia la mala construcción y aplicaciones de los materiales, también vemos la afectación de obras de drenaje en la pavimentación, verificándose la mala compactación y no aplicar la humedad empleada adecuada de cada material como arenilla, afirmado y bases, generando malestar entre los pueblos que se encuentran en las zonas afectadas.

Como señala (Andina 2021), en el sector Santa Lucia, distrito de Ferreñafe, la mayoría de sus calles y avenidas están en mal estado debido al deterioro, hundimientos, anomalías de los pavimentos, veredas y sardineles, por lo cual se está realizando las rehabilitaciones y construcciones de pistas y veredas de concreto con un financiamiento de S/8.2 millones; beneficiando a más de 500 familias y así evitar enfermedades respiratorias, polución, accidentes, desvaloración del predio, etc.

Como señala (Larepublica 2021), la gerencia de desarrollo vial, informó que ciertos tramos del pavimento se encuentran en mal estado, lo cual generó

retraso en la construcción de los 25 km de ciclovía; asegurando que iniciará la construcción la primera quincena de marzo. Así mismo explicó que 255 km de la ciclovía comprende las zonas este, oeste, sur y norte de la ciudad de Chiclayo.

La realidad problemática en el contexto social, según (ASOCEM 2016), manifiesta que la ingeniería va avanzado a grandes pasos, como son las investigaciones, aplicaciones de nuevas tecnologías y técnicas en la ingeniería civil, específicamente en las construcciones de edificaciones y obras viales. El desarrollo de infraestructuras, accesos a edificios, viviendas, obras civiles, transportes sostenibles y competitivos, logrando el progreso de nuestro país, casi siempre no acompaña al crecimiento; ya que actualmente los pavimentos se encuentran deteriorados, en mal estado o descuidados.

La **formulación del problema**, teniendo en cuenta la realidad problemática es, ¿cuál es el efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>?; así mismo, los **problemas específicos** son: (1) ¿cuál es la caracterización de los agregados a usar en la elaboración del diseño de mezcla de concreto 210kg/cm<sup>2</sup>?, (2) ¿cuáles son las propiedades del concreto en estado fresco (Slump, temperatura y contenido de aire atrapado) para el concreto patrón y experimental?, (3) ¿cuál es la resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y experimental?

**Justificación de la investigación**, debido a las fallas de las estructuras de concreto, se buscó incrementar sus propiedades mecánicas y de esta manera que cumpla con las normas NTPs, en concordancia con las normas ASTMs y la metodología del ACI 211.

Es de interés conocer las propiedades del concreto, como la resistencia a la compresión y flexión, con las diversas proporciones de sustitución de concha de mejillón y puzolana para obtener una mejor estructura de concreto. Esta investigación surgió en la necesidad de incrementar las propiedades mecánicas del concreto, para lo cual se reemplazó en ciertos porcentajes concha de mejillón al agregado fino y se sustituyó puzolana al cemento en ciertas dosificaciones, usándose el cemento Portland tipo I Pacasmayo.

La presente investigación proporcionará una nueva metodología para la obtención de un concreto mejorado; obteniendo mejores resultados, así como una nueva alternativa tecnológica, la cual estará al alcance de todos los interesados en la construcción de edificaciones; de tal manera que sirva como base para una mejor toma de decisiones en la elaboración del diseño de mezcla para estructuras de concreto.

El **objetivo general** de esta investigación fue, determinar el efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Además, los **objetivos específicos** son: (1) determinar la caracterización de los agregados a utilizar en la elaboración del diseño de mezcla del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, (2) determinar las propiedades de concreto en estado fresco (Slump, temperatura y contenido de aire atrapado) para el concreto patrón y experimental, y (3) determinar la resistencia a la compresión y flexión del concreto patrón y experimental.

La **hipótesis** de esta investigación es, la concha de mejillón y puzolana tiene efecto directo en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Así como también las **hipótesis específicas** son: (1) la caracterización de los agregados a utilizar influye directamente en la elaboración del diseño de mezcla del concreto de 210kg/cm<sup>2</sup>, (2) las propiedades del concreto fresco (Slump, temperatura y contenido de aire atrapado) tiene efecto directo en el concreto patrón y experimental, y (3) la resistencia a la compresión y flexión tiene efecto directo en el concreto patrón y experimental.

## II MARCO TEÓRICO

**Antecedentes a nivel internacional:** según (Garcia, Xu and Probst 2021), en su artículo titulado “Development of concrete incorporating recycled aggregates, hydrated lime and natural volcanic pozzolan”, afirma que en esta investigación se emplearon el hormigón reciclado triturado como agregado grueso, mientras que la cal y la puzolana natural se reemplazó al cemento. Las tasas de sustitución del agregado reciclado fueron del 10%, 20% y 50% al agregado grueso, y la tasa de reemplazo con cal y puzolana de 2%, 5% y 10% al cemento. Demostrándose que el uso de materiales reciclados, cal y puzolana volcánica (sustitución 10% de agregado triturado y 10% de aglutinante) incrementa la resistencia a la compresión hasta 34% respecto al concreto convencional. La cal o la puzolana natural pueden reemplazar parte de los aglutinantes.

Citando a (Zeyad and Almalki 2021), en su artículo titulado “Role of particle size of natural pozzolanic materials of volcanic pumice: flow properties, strength, and permeability”, argumenta que el objetivo de su investigación fue reducir la contaminación ambiental que ocasiona la fabricación del cemento y evaluar la eficiencia del polvo de la cantera de piedra pómez volcánica como una alternativa parcial del cemento Portland ordinario. Se utilizó polvo de piedra pómez volcánica (VPD) con tres diámetros de gránulos, de 64.1 (VPD60), 11.6 (VPD11) y 4.96 (VPD4) como sustituto parcial del 10%, 20% y 30% de la masa del cemento. Se efectuaron pruebas de flujo, actividad de resistencia, resistencia a la compresión, absorción de agua, porosidad y absorción superficial inicial a los 7, 28 y 90 día de curado. Los resultados indicaron que el aumento de VPD en la mezcla aumentó la fluidez, las mezclas con 10VPD4 tuvieron resultados óptimos respecto al índice de actividad y a la resistencia a la compresión incrementada en 4.5% respecto al concreto patrón a los 90 días, la cual tiene un peso específico de 2.61. La sustitución de VPD contribuyó a mejorar la eficiencia del concreto, la resistencia a la absorción y la disminución de porosidad a los 7, 28 y 90 días. Según los resultados indicaron que al pasar VPD por el tamiz 150  $\mu m$  como sustituto en ciertas proporciones del cemento mejora la trabajabilidad y porosidad del hormigón.

Teniendo en cuenta a (Camba, Mier, Carral, Lamas, Álvarez, Díaz and Tarrío 2021), en su artículo titulado “Erosive degradation study of concrete augmented by mussel shells for marine construction” argumenta que se analizó nuevas formulaciones del hormigón para aplicaciones marinas, para la cual sustituyó concha de mejillón al cemento y/o arena. Se realizó un análisis numérico con datos experimentales para diseñar la prueba, posteriormente se realizaron pruebas experimentales sustituyendo parcialmente concha de mejillón en el cemento convencional y/o arena. La densidad de la concha de mejillón fue de 2.70 g/cm<sup>3</sup>. Según los resultados la sustitución de arena y/o cemento por diferentes porcentajes de concha de mejillón no redujo significativamente la resistencia del hormigón respecto a la degradación por erosión, excepto si se sustituye en 20% de la masa de la arena.

En base a (Hossain, Cai, Ng, Xuan and Ye 2020), en su artículo titulado “Sustainable natural pozzolana concrete – A comparative study on its environmental performance against concretes with other industrial by-products” expresa que con la creciente preocupación por la sostenibilidad ambiental y la demanda de producir hormigón más duradero y sostenible, se considera el uso de aglutinantes alternativos como sustituto del cemento Portland ordinario (OPC). Se evaluó comparativamente mediante 6 diseños de mezcla, como el hormigón OPC solamente, con 30% y 50% de reemplazo de GGBS en OPC, con 25% de reemplazo de cenizas volantes (FA) en OPC y con sustitución de 20% y 30% cenizas volcánicas (VA) en OPC. Los resultados generales indican que al reemplazar 20% - 30% de VA a OPC puede lograr una resistencia a la compresión apropiada en el rango de 9% a 16% en comparación con el concreto OPC, así como también se demostró que al sustituir 20% de VA se obtiene la mayor resistencia y podría reducir en 8% si se usa 10% más de VA.

Teniendo en cuenta a (Alsaleh and Adday 2020), en su artículo titulado “Manufacture of Lightweight Thermal Insulation Concrete Using Recycled Aggregates and Syrian Pozzolan”, menciona que su objetivo fue encontrar un concreto liviano con componentes locales apropiados para que pueda utilizarse en concreto con resistencia aceptable, baja conductibilidad térmica y buena trabajabilidad; para lo cual utilizó puzolana siria (PA) y agregados de concreto

reciclado (RCA). Se consideró una muestra de 12 grupos de mezcla de concreto, distribuyéndose de la siguiente manera: en 6 grupos se mezclaron agregado natural (NA) con puzolana Siria, y otros 6 grupos se mezclaron agregado natural con RCA, el porcentaje de reemplazo de PA fue del 90%, 85%, 80%, 75%, 70% y 65% respecto a NA y RCA, con una relación agua cemento de 0.70 para todas las muestras, además el peso específico de PA fue de 2.42. El reemplazo de la PA fue del volumen total del NA debido a las densidades diferentes. La relación óptima fue de 90%PA con 10% RCA, obteniendo una resistencia de 58 MPa con una densidad de 1529 kg/cm<sup>3</sup> y es liviano en comparación con mezclas ordinarias en más de 1800 kg/cm<sup>3</sup> así como también tiene una baja conductividad térmica.

Según (Martínez, González, Carro and Martínez F. 2020), en su artículo titulado “Effects of mussel shell aggregates on hygric behaviour of air lime mortar at different ages”, manifiesta que su objetivo fue contribuir al conocimiento del mortero de aire-cal mediante el análisis de las propiedades de transporte de agua del mortero producidos con concha de mejillón a diferentes edades. Se consideró 4 grupos de morteros a partir de mortero patrón sustituyendo arena de piedra caliza por concha de mejillón a tasas de sustitución del 25%, 50% y 75%. La arena de concha de mejillón (MS), se consideró dos fracciones de tamaño de (CMS, 0 mm – 4 mm) y de (FMS, 0 mm – 1 mm) para arena gruesa y fina respectivamente; combinándose (11.5% de CMS con 88.5% de FMS) para obtener la arena de concha de mejillón con un tamaño máximo de 2 mm con un módulo de finura de 2.21 y con un peso específico de 2.65 kg/dm<sup>3</sup> y 2.73 kg/dm<sup>3</sup> para CMS y FMS respectivamente. Además, se determinó el porcentaje de absorción del agua, la absorción capilar, la variación del peso y el secado desde el estado fresco desde 1 a 2 años.

Como afirma (Biriane and Barbachí 2020), en su artículo titulado “State-of-the-art review on recycled mussel shell waste in concrete and mortar”, el uso de concha de mejillón como reemplazo de componentes del hormigón reduce la dependencia convencional de materiales naturales. Se evaluó las propiedades químicas – físicas de concha de mejillón. La fracción de arena que fue sustituida por la arena fina y gruesa de concha de mejillón fue en el rango de (0 – 1 mm) y (1 – 4 mm) respectivamente, además su gravedad específica de varía entre 2.65 y 3.01. Los

investigadores, a través de una extensa investigación científica recomiendan que la tasa de sustitución de concha de mejillón no debe ser superior al 20% en los componentes del hormigón o motero, de tal manera que se evite reducción de las propiedades mecánicas.

De acuerdo con (Tang, Nguyen, Ngo, Dang, Bulgakov and Bazhenova 2018), en su artículo titulado "Effect of natural pozzolan on strength and temperature distribution of heavyweight concrete at early ages" menciona que presenta el desarrollo de la clase F de puzolana natural (PU) procedente del norte de Vietnam. En base a los valores obtenidos, la resistencia a la compresión a diferentes edades fueron generalmente más bajas que el concreto patrón. La resistencia a la compresión con sustitución de 20% PU al cemento disminuye en 12.3% a los 28 días en comparación con el hormigón control. Pero aumenta la trabajabilidad del concreto fresco en 16.67% en comparación con el concreto patrón, además la puzolana tiene un peso específico de 2.81 g/cm<sup>3</sup>.

Según (Rahma and Jomaa 2018), en su artículo titulado "*Modeling the cementitious effect of the Pozzolana on the compressive strength of concrete*", manifiesta que su objetivo es determinar la dosificación adecuada para alcanzar la resistencia esperada del hormigón. Se formularon dos series de lotes para 350 y 400 kg/m<sup>3</sup> de cemento, la puzolana se añadió a las mezclas de control en el orden de 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, 15% del peso del cemento. Además, la puzolana se consideró en el diseño de la mezcla como parte de los componentes, para lo cual se tomaron 18 muestras cúbicas de 15 cm para cada lote, donde el peso específico de la puzolana fue de 2.9 g/cm<sup>3</sup>. En total, se curaron 252 muestras durante 24 h, luego se conservaron en el agua a una temperatura de 23 ± 2 °C de acuerdo con la recomendación ASTM-192 (ASTM C 192 / C 192M, 1994) luego probado en la prueba de compresión a las edades de 3, 7, 28, 56, 100 y 180 días. De la prueba del cono de Abrams obtuvo una asentamiento aproximado de 2.44 in – 3.81 in para dosificación de 5%, 10% y 15% de puzolana. Con aire atrapado de 1.55% y 1.5%, y con peso unitario de concreto en estado fresco de 2450 kg/m<sup>3</sup> y 2453 kg/cm<sup>3</sup> para los lotes de 350 y 400 kg/m<sup>3</sup>. El porcentaje óptimo de adición considerada de puzolana al cemento fue del 15% ya que incremento la resistencia



a la compresión en 7.89% y 4.65% respecto al concreto patrón para 350 kg/m<sup>3</sup> y 400 kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

Con base en (Lejano and Gagan 2017), en su artículo titulado “*Optimization of compressive strength of concrete with pig-hair fibers as fiber reinforcement and green mussel shells as partial cement substitute*” señala que combinó dos materiales, fibras de pelo de cerdo (PHF) como refuerzo del hormigón y conchas de mejillón verde trituradas (GMS) como sustituto parcial del cemento. Para PHF, se utilizaron 3 niveles de sustitución (0,6%, 0,8% y 1,0%) por volumen de hormigón de fibras. Además, se utilizaron 3 niveles de sustitución (5%, 10% y 15%) de reemplazo parcial de cemento para GMS con diversas relaciones agua-cemento (0.4, 0.5 y 0.6), Estos diseños de mezcla Se establecieron combinaciones usando el diseño compuesto central (CCD) para reducir el número requerido de corridas experimentales a 20 de un total de 27 corridas para un programa experimental factorial completo de 3 niveles que es común para respuestas con comportamiento no lineal. Se registró un incremento de resistencia a la compresión con la sustitución de 0.70% PHF y 7.81% GMS al hormigón, con la relación agua – cemento de 0.47 para lograr 27.40 Mpa y 2.78 Mpa de resistencia a la compresión y a la tracción respectivamente. Con la aplicación de solo GMS se registró un aumento de resistencia a la compresión de 13.19% (de 23.27 Mpa a 26.34 Mpa) con una relación agua – cemento de 0.5, sin embargo redujo la trabajabilidad.

Según (Rehman 2017), en su investigación titulada “*Performance of concrete blended with pozzolanic materials in marine environment*” se utilizaron diferentes materiales puzolánicos que fueron reemplazados parcialmente en el cemento Portland los cuales son escoria de alto horno, cenizas volantes y humo de sílice. Se realizaron diseños de mezcla con 8%, 10%, 20%, 27%, 30% y 40%, en proporciones de reemplazo de cemento. En el estudio se determinó exponiendo las muestras respectivas al ambiente marino durante 100 días después de 28 días de curado en condiciones normales. Se logró una mejor resistencia con la mayoría de diseños, excepto en los diseños que se incluyó cenizas volantes con o sin humo de sílice y escoria de alto horno. Obteniéndose una mayor resistencia a la compresión en los diseños en que se sustituyó 8% y 10% de humo de sílice

(diseño C y B respectivamente) y al sustituir 30% de escoria de alto horno al cemento (diseño D), teniendo un incremento a la resistencia a la compresión aproximado de 6.25%, 9.38% y 25% en un ambiente controlado, respecto al diseño patrón; para los diseños C, B y D respectivamente. Con respecto a la resistencia a la flexión aumento aproximadamente en 10.83% a 66.67% en un ambiente controlado.

Teniendo en cuenta a (Martínez, González, Martínez F. and Carro 2017) en su artículo titulado “Performance of mussel shell as aggregate in plain concrete”, expresa que se estudió el comportamiento de la concha de mejillón como agregado en hormigón. Se diseñaron dos hormigones convencionales diferentes, un hormigón no estructural (NSC) y un hormigón estructural simple (SC), sustituyéndose en ambos diferentes porcentajes de concha de mejillón (MG) en la arena gruesa (CMS) y arena fina (FMS), grava y tanto en arena y grava. Las tasas de sustitución fueron de 25%, 50%, 75% y 100% cuando se sustituyó por separado. En cambio las tasa de sustituciones consideradas al reemplazarlo en el agregado fino y grueso fueron de 5% y 12.5%. El asentamiento se obtuvo que varía entre 3.93 in y 5.90 in, con un espeso específico de 2.65 kg/l y el porcentaje de absorción de agua es de 2.56%. Según los resultados llevaron a establecer que, el reemplazo de concha de mejillón debe limitarse al 25% en agregados finos o gruesos y al 12.5% en agregados finos y gruesos. Mostrando un comportamiento correcto.

De acuerdo con (Rueda, Vega and Ríos 2016), en su artículo “*Effect of the use nickeliferous laterite and pumice as additives in the performance and durability of the Portland cement*”, señala que se evaluó la reacción puzolánica de laterita níquelífera de Cerromatoso (Córdova) y la pumita de Cemex (Boyacá) en la elaboración de morteros, en base a la norma NTC para agregados finos. Para la fabricación del concreto, se reemplazó al cemento Portland tipo I, en los siguientes porcentajes: 2.5%, 5% y 10%. La gravedad específica de la laterita níquelífera y de la piedra de pómez fue de 1.76 g/ml y 2.34 g/ml. La resistencia a la compresión de los morteros con incorporación de puzolana natural (LATM y PUMM) y los morteros de referencia (OPCM), se determinó a los 7,14 y 28 días. Usando una dosis aditiva de 2.5% PUMM y 5% LATM se registró un acrecentamiento en la

resistencia a la compresión aproximada de 30% y 26.88% correspondientemente, respecto a OPCM a los 28 días.

**Antecedentes Nacionales;** según (Villate and Cerna 2020), en su artículo titulado “*Resistencia a compresión axial del concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , añadiendo puzolana volcánica, Cajamarca 2019*” manifiesta que su objetivo fue evaluar el efecto de sustitución parcial de puzolana volcánica natural al cemento. Las dosificaciones de adición fueron 4%, 8%, 12% y 15%. Se analizó la resistencia a la compresión, el punto de fluencia y el módulo de elasticidad. Obteniendo un incremento a la resistencia a la compresión a los 28 días de 17.98% respecto al muestra patrón, al adicionar 15% de puzolana.

De acuerdo con (Collantes 2017), en su tesis titulada “Estudio de las propiedades del concreto con adición de puzolana volcánica en Cajamarca”, menciona que analizó la evolución de la resistencia mecánica del concreto al adicionar 10%, 15% y 20% de puzolana volcánica al cemento, para un concreto de  $250 \text{ kg/cm}^2$ , para ello elaboró 180 especímenes entre prismáticos y cilíndricos. En base a los resultados obtenidos, todos los porcentajes considerados incrementaron la resistencia, teniendo un máximo incremento en la resistencia a la compresión y flexión a los 60 días de 24.26% y 10.20%, respectivamente, al adicionar 10% de puzolana.

### **Bases Teóricas**

**Concreto**, según (McCorman and Brown 2014, p. 1), es la composición arena, grava, roca triturada y otros elementos incorporados debidamente gradados y fusionados por la acción del cemento y el agua; para darle mayor resistencia, durabilidad, ductilidad, así como se le puede agregar otros materiales y así lograr mejorar sus características. El concreto es bastante frágil con respecto a la resistencia a la flexión, sin embargo, posee gran resistencia a compresión.

**Cemento**, según (Arthur 2016, p. 24) es un agregado que posee características de cohesión y adhesión, las cuales son importantes para combinar y mezclar agregados inertes logrando obtener una masa, con una sólida resistencia y durabilidad apropiadas.

**Tipos de Cemento Portland**, teniendo como referencia a (McCorman and Brown 2014, p. 7 and 9), los concretos elaborados con cemento Portland demandan en tiempo de 2 semanas para obtener la resistencia necesaria que admita quitar la cimbra y utilizar cargas moderadas. Dichos concretos llegan a sus resistencias adecuadas pasado los 28 días, luego siguen obteniendo resistencia de manera más lenta. Específicamente hay 5 ejemplares de cementos Portland. Tipo I, tiene usos múltiples empleado en construcciones generales. Tipo II, de usos múltiples, particularmente usado cuando se solicita resistencia medida a sulfatos, además posee calor menor de hidratación. Tipo III, aplicado cuando se solicita elevadas resistencias a edades prematuras. Tipo IV, usado en caso de que se requiera disminuir el calor al momento de su hidratación. Tipo V, utilizados cuando el concreto está expuesto a severas concentraciones de sulfatos.

**Agregados**, según (McCorman and Brown 2014, p. 18), del volumen del concreto, alrededor del 75% vienen a ser los agregados. Los agregados que pasan por la malla número 4 se consideran agregados finos (arena) en caso contrario es considerado agregado grueso (piedra o grava).

**Propiedades del concreto fresco**, según (Abanto 2009, p. 47) afirma que la trabajabilidad es la facilidad con la que el concreto se pueda compactar completamente sin segregación y sin exudación.

*Tabla 1. Clasificación de asentamiento de mezcla*

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0 in a 2 in	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3 in a 4 in	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	≥ 5 in	Muy trabajable	Chuseado

*Fuente:* (Abanto 2009, p. 49)

De acuerdo con (MTC/14 2016, p. 803), manifiesta que el contenido de aire en el concreto fresco mediante el método de presión, se obtiene al observar el cambio del volumen respecto al cambio de presión.

Según (NTP 339.184, p. 5), señala que determinar la temperatura del concreto fresco se utiliza un dispositivo que mida la temperatura de 0°C a 50°C, con una

exactitud de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  y requiere una inmersión de 75 mm (3 in) en el reposo de la mezcla.

**Propiedades del concreto endurecido**, (McCorman and Brown 2014, p. 10), manifiesta que, la **resistencia a la compresión** ( $f'c$ ) se evalúa mediante la rotura en la máquina universal de un espécimen cilíndrico de acuerdo a especificaciones normalizadas.

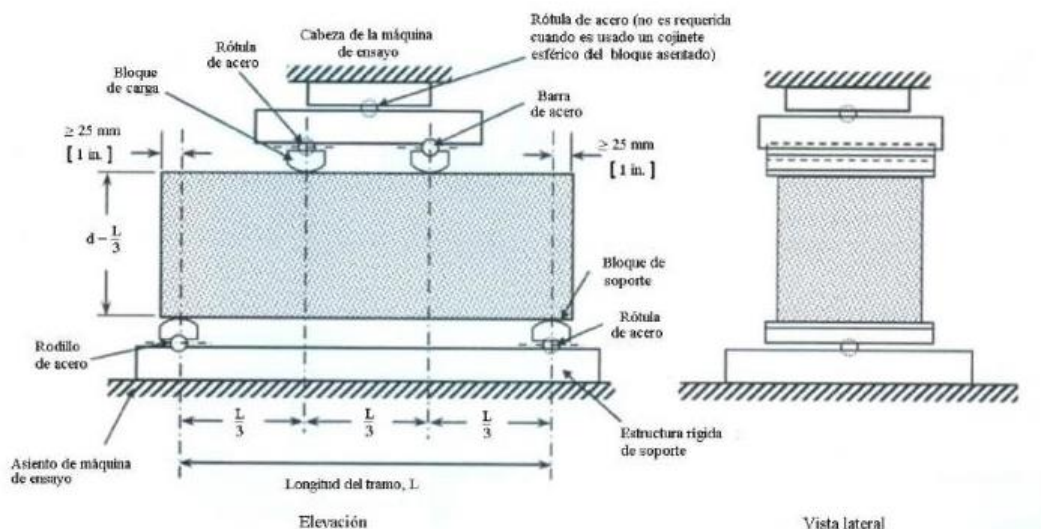
De acuerdo con (Abanto 2009, p. 51) la resistencia a compresión del hormigón es la máxima carga que soporta una unidad de área, antes de fallar por compresión.

**Módulo de rotura**, (McCorman and Brown 2014, p. 16), señala que el módulo de rotura está dado por la resistencia a tensión por **flexión** del concreto, se calcula al cargar una viga rectangular (probeta prismática) simple de  $6\text{ in} \times 6\text{ in} \times 30\text{ in}$  a los dos tercios del claro, con apoyos simples, según la norma MTC14 en concordancia con la norma ASTM C78.

Como señala (Morales 2006, p. 10), el módulo de rotura se calcula aproximadamente de la siguiente manera:

$$f_r = 2\sqrt{f'c} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

Figura 1. Equipo apropiado para el ensayo a flexión en vigas simples con cargas a los tercios del claro



Fuente: (NTP 339.078 – 2012, p. 10)

**Puzolana**, (Villate and Cerna 2020, p. 1) argumenta que la puzolana es un material silíceo, además existen dos tipos de puzolanas, las naturales y las artificiales, silicio o silíceas – aluminosas, o una mezcla de uno y otro. La puzolana carece de propiedad hidráulica, pero al ser humedecido con agua el hidróxido de calcio se reactiva químicamente.

*Tabla 2. Composición química de la puzolana*

<b>Composición química de la puzolana</b>	
Composición	Res. % en peso
SiO <sub>2</sub>	64.02
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.17
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.06
CaO	3.2
MgO	0.78
Na <sub>2</sub> O	1.52
K <sub>2</sub> O	1.21
PPI	11.07
Total	98.63

*Fuente: (Villate and Cerna 2020, p. 4)*

(Rahma and Jomaa 2018, p. 3), señala que hay varios estudios que han garantizado las características cementosas de la puzolana y su capacidad para incrementar la resistencia del hormigón.

(Alsaleh and Adday 2020, p. 3671 and 3672) expresa que, la puzolana es importante como aislante térmico y acústico; se usa en la industria de la construcción, como en edificios y bloques aislantes; además tiene usos prácticos en la industria del cemento. La puzolana es respetuosa con el medio ambiente, puesto que no necesita de ningún proceso químico durante la preparación o aplicación, mermando las difusiones de CO<sub>2</sub>.

El concreto con adición de puzolana se denomina concreto ecológico ya que la sustituir parcialmente puzolana en el cemento se está disminuyendo las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Como dice (Abrão, Cardoso and John 2019, p. 75), las puzolanas naturales no necesitan tratamiento pero es necesario triturarlas para presentar actividad puzolánica, como es el caso de rocas piroclásticas, como por ejemplo, tierra de Santorini, zeolitas, cenizas y rocas sedimentarias como tierra de diatomeas.

Según (Adday and Awad 2019, p. 746), el incremento de la resistencia a la compresión puede deberse al aumento de la reacción puzolánica durante la hidratación. Por lo cual la relación entre la sílice y la cal mejora la resistencia a compresión, puesto la cal se crea durante la hidratación del cemento.

**Concha de Mejillón** (*Mytilus edulis*). Según (XLSEMANAL 2019), nos dice que a pesar de su complicada producción y excelentes cualidades como alimento es uno de los bivalvos que más se cultivan, pudiendo resultar peligrosos puesto que retiene sustancias tóxicas o algas al momento que filtra agua, para impedirlo, las grajas se mantienen con agua limpia el tiempo necesario.

*Tabla 3. Composición química de la muestra de concha de mejillón*

Oxido	Concentración. % en masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.226	5.738
SiO <sub>3</sub>	4.556	7.127
SO <sub>2</sub>	0.248	0.387
K <sup>2</sup> O	0.051	0.080
CaO	81.566	81.281
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001	0.002
Mno	0.001	0.002
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.011	0.018
Nr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.140	0.022
CuO	0.483	0.756
ZnO	0.242	0.178
A <sub>3</sub> O	0.008	0.012
RhO <sub>3</sub>	0.004	0.006
SiO	0.085	0.133
Y <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	0.004	0.006
ZrO	0.014	0.021
<b>Total</b>	<b>93.640</b>	<b>95.769</b>

*Fuente: (Figueroa, Fuentealba and Zúñiga 2020, p. 4)*

(Valdez and Herrera 2018, p. 7 and 10), afirma que, de acuerdo al anuario estadístico de pesca emitido por el Ministerio de Producción, los mejillones o

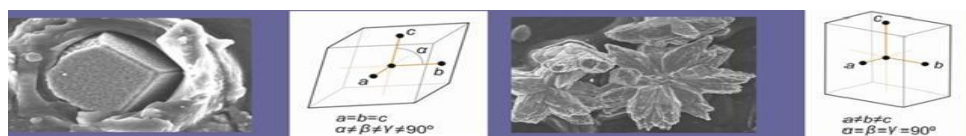
choros son los moluscos más abundantes en el litoral peruano, después de las conchas de abanico. Además, expresa que, la concha de mejillón en su composición presenta una gran cantidad de carbonato de calcita en toda su estructura, y a su capacidad de remover metales pesados en su forma de óxido de calcio, conocido como mejillón o choro, el cual pertenece a la línea de moluscos bivalvos los cuales son de gran interés gastronómico y económico.

Figura 2. Trituración de conchas de mejillón



Fuente: (Anagnostopoulos, Cabja and Papadimitriou 2021, p. 2)

Figura 3. La calcita es un polímero estable en condición ambiente, mientras que el aragonito es un polímero de alta presión.



Fuente: (Checa 2017). Recuperado de: "<https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/moluscos/la-concha-de-los-moluscos/>"

Tabla 4. Propiedades mecánicas de los moluscos

Microestructura	Tensión (MPa)	Compresión (MPa)	Flexión (MPa)	Mód. Young (GPa)	Dureza
Nácar columnar	78-116	320-401	193-267	47-64	122-211
Nácar Laminar ("Sheet nacre")	35-86	304-419	117-211	31-58	106-221
Lamelar cruzada (gasterópodos)	31-6	198-336	58-165	30-58	162-270
Lamelar Cruzada (bilvalos)	Set-43	163-336	35-106	50-82	242-298
Foliada	40-42	73-133	44-110	29-34	11-110
Foliada cruzada (Patella)	16-33	195-208	39-171	18-60	173
Prismas cruzada (bilvalvos)	60-62	210-295	139	21-39	162
Cnidarios (esqueletos aragonicos de coral)	-	22-47	25	10-62	-
Semi nácar de briozoos	-	-	24-50	42-65	-
Echinodermata (esqueletos calcíticos)	-	-	95-190	31-69	-

Fuente: (Checa 2017). Recuperado de: "<https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/moluscos/la-concha-de-los-moluscos/>"



Como expresa (Qasem, Almekhlafi and Yahaya 2021, p. 2), las conchas marinas es un material de desecho potencial que está disponible en abundancia; siendo rico en calcio. Además, las *conchas de mejillones*, de ostras, conchas de vieiras, conchas de bígaro y conchas de berberechos, son los tipos de conchas de desecho que se pueden utilizar.

De acuerdo con (Biriane and Barbachí 2020, p. 2), la cocha de mejillón está compuesta principalmente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), con un porcentaje que supera el 90%, siendo similar a la piedra caliza natural.

Como expresa (Martínez, González, Carro and Martínez A. 2019, p. 505) la presencia de polisacáridos (quitina) en las partículas de concha de mejillón atrasa la hidratación del cemento, y de esta manera reduciendo la unión entre las partículas de concha de mejillón con el aglutinante. Por lo cual conduce a una reducción de la resistencia mecánica a medida que se amplíe el contenido de arena de concha de mejillón.

Según (Webster 2000, p. 285), el **análisis de la varianza (ANOVA)**, está diseñado exactamente para probar si dos o más poblaciones tienen la misma media, lo que implica un análisis de varianzas muestrales. Utilizándose para determinar si un tratamiento aplicado en cierta parte de la población, tiene un efecto significativo en su media.

Como afirma (Gutiérrez and Vladimirovna 2016, p. 173), la **prueba de hipótesis** es un método estadístico que nos permite tomar una decisión frente problemas concernientes con poblaciones de estudio, las cuales son complicadas de analizar en forma general. La **hipótesis estática** es una afirmación con respecto a parámetros de una o más poblaciones, la cual es probada mediante evidencias para determinar si aceptamos o rechazamos lo formulado. Al momento de formular una hipótesis, siempre existe otra en forma implícita, la cual contradice, las cuales son la hipótesis alterna ( $H_1$ ) y la hipótesis nula ( $H_0$ ).

En esta investigación emplearemos la prueba de hipótesis para la diferencia de medias sobre poblaciones aproximadamente normales con varianzas diferentes, para lo cual se utilizará al prueba t – Student (Prueba Welch – Aspin).

Como afirma (Gutiérrez and Vladimirovna 2016, p. 214), las pruebas de hipótesis para la diferencia de medias sobre poblaciones aproximadamente normales cuando se desconocen  $\sigma_1^2$  y  $\sigma_2^2$  pero  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ , según la formulación de la prueba de Welch – Aspin, esta dada por: sea una muestra aleatoria  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  de la población 1 que tiene distribución normal con media  $\mu_1$  y varianza  $\sigma_1^2$  desconocida y  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$  una muestra aleatoria de la población con media  $\mu_2$  y varianza  $\sigma_2^2$  también desconocida. Supongamos que  $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ , obteniendo una estadística de prueba,  $\bar{X} - \bar{Y}$ , en una distribución t – Student con  $\nu$  grados de libertad, dados por:

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y} - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}, \quad \nu = \frac{(S_1^2/n_1 + S_2^2/n_1)^2}{\left(\frac{S_1^2}{n_1}\right)^2 \frac{1}{n_1 - 1} + \left(\frac{S_2^2}{n_2}\right)^2 \frac{1}{n_2 - 1}}$$

Donde los grados de libertad  $\nu$ , se redondea al entero más próximo.

**Teorema.** Sean  $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$  y  $Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_n$  dos muestras aleatorias independientes de  $N(\mu_1, \sigma_1^2)$  y  $N(\mu_2, \sigma_2^2)$ , entonces se podemos tener alguno de los contrastes de hipótesis:

- a)  $H_0 : \mu_1 - \mu_2 \geq d_0$  contra  $H_1 : \mu_1 - \mu_2 < d_0$ , luego la prueba de tamaño  $\alpha$ , si  $0 < \alpha < 1$  está dado por:

$$\text{Rechazar } H_0 : \mu_1 - \mu_2 \geq d_0, \quad \text{si } \bar{x} - \bar{y} < d_0 + F_{t(\nu)}^{-1}(\alpha) \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} = d_0 - t_\alpha \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

- b)  $H_0 : \mu_1 - \mu_2 \leq d_0$  contra  $H_1 : \mu_1 - \mu_2 > d_0$ , luego la prueba de tamaño  $\alpha$ , si  $0 < \alpha < 1$  está dado por:

$$\text{Rechazar } H_0 : \mu_1 - \mu_2 \leq d_0, \quad \text{si } \bar{x} - \bar{y} > d_0 + F_{t(\nu)}^{-1}(1 - \alpha) \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} = d_0 + t_\alpha \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

- c)  $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0$  contra  $H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq d_0$ , luego la prueba de tamaño  $\alpha$ , si  $0 < \alpha < 1$  está dado por:

$$\text{Rechazar } H_0 : \mu_1 - \mu_2 = d_0, \quad \text{si } \bar{x} - \bar{y} < d_0 + F_{t(\nu)}^{-1}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} = d_0 - t_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

d)  $H_0 : d_0 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq d_1$  contra  $H_1 : \mu_1 - \mu_2 \leq d_0$ ,  $\vee$   $H_1 : \mu_1 - \mu_2 \geq d_1$ , luego la prueba de tamaño  $\alpha$ , si  $0 < \alpha < 1$  está dado por:

$$\text{Rechazar } H_0 : d_0 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq d_1, \text{ si } \bar{x} - \bar{y} < d_0 + F_{t(v)}^{-1}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} = d_0 - t_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

$$\bar{x} - \bar{y} > d_1 + F_{t(v)}^{-1}\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}} = d_1 + t_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

Donde  $d_0, d_1 \in R$ .

### III METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Este estudio tiene un tipo de investigación aplicada (CONCYTEC 2018), dado que hemos usado los conocimientos académicos en la práctica, para así llegar a determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto, para luego aplicarlo en estructura rígida de tal manera beneficie a la población y al ambiente.

**Investigación aplicada**, según (Sánchez, Reyes and Mejía 2018, p. 16 and 80), nos dice que también se le llama investigación tecnológica o básica dando los conocimientos teóricos, logrados en conocimientos de tipo de investigación pragmática o utilitaria para el conocimientos y solución de problemas como también llamada investigación científica aplicada.

##### 3.1.2 Diseño de investigación

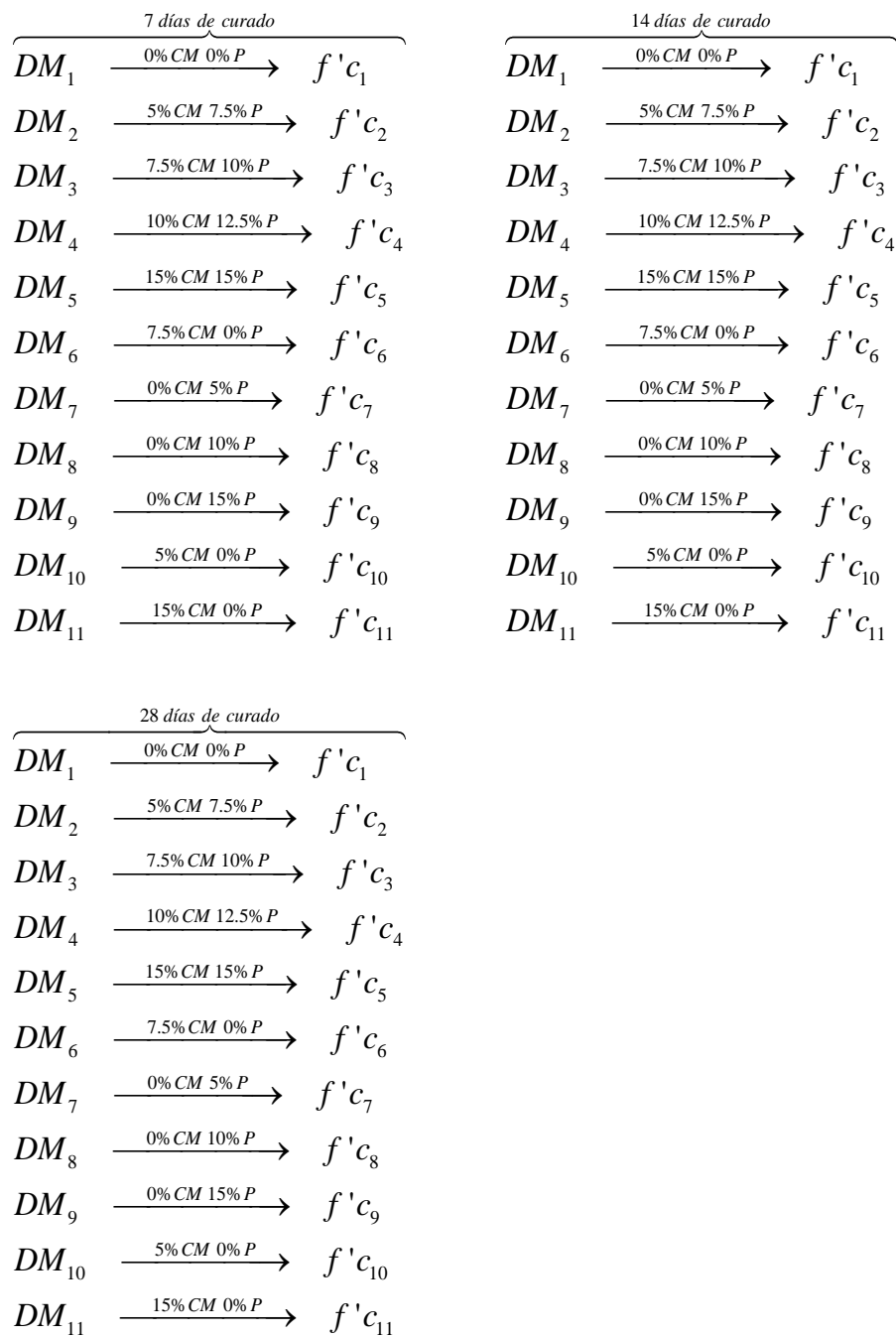
**Diseño experimental**, la presente investigación tiene un **diseño experimental puro**, ya que según (Hernández, Fernández and Baptista 2010, p. 137), los experimentos puros se da en función de dos grupos, un grupo llamado control y otro experimental en los cuales se realiza el control y la validez interna de acuerdo a dos requisitos, 1) se manipula la variable independiente de tal manera que se comparen los grupos, 2) estable una equivalencia entre grupos. Este diseño puede tener más de una variable independiente y dependiente. Para el análisis de la evolución antes y después del tratamiento experimental se puede emplear prepruebas y pospruebas.

En esta investigación se elaboró 11 diseños de mezcla, los cuales vienen a ser lo que hemos llamado diseño de mezcla patrón y los diseños de mezcla experimentales, para los cuales se realizó una posprueba mediante la rotura de probetas para medir la resistencia a compresión y flexión del concreto, sustituyendo parcialmente concha de mejillón (CM) y puzolana (P) en diferentes porcentajes y días de curado mencionado posteriormente de tal manera que hemos comparado dichos resultados con el diseño de mezcla patrón, de acuerdo a las normas del ASTM, NTP y ACI.

(Hernández, Fernández and Baptista 2010, p. 4) señala que el enfoque cuantitativo se da mediante la recopilación de datos de tal manera que se pruebe la hipótesis de estudio para el cual se usará análisis estadístico y medición numérica, instituyendo patrones de comportamiento y demostrar teorías. Esta investigación tiene enfoque **cuantitativo**, ya que se registrarán datos de las observaciones de los ensayos para probar la hipótesis mediante una medición y análisis estadístico.

**Método de investigación**, (García 2016, p. 65) plantea investigar sus ventajas, desventajas, sus características científicas para su amplia aplicación de métodos empíricos, el conocimiento es esencial ya que nos permite la correcta interconexión de objetivos y resultados de lo investigado, obteniendo resultados a los problemas planteados y así determinar, si la hipótesis de investigación se aprueba o se rechaza.

Figura 4. Diseño de investigación para la resistencia a compresión del concreto



Donde:

$DM_i$ : Diseño de mezcla  $i$ ,  $\forall i = \overline{1,11}$

$f'c_i$ : Resistencia a la compresión del concreto  $i$ ,  $\forall i = \overline{1,11}$

CM: Concha de mejillón

P: Puzolana

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Diseño de investigación para la resistencia a flexión del concreto



Donde :

$DM_i$  : Diseño de mezcla  $i$ ,  $\forall i = \overline{1,11}$

$f_{ri}$  : Resistencia a la flexión del concreto  $i$ ,  $\forall i = \overline{1,11}$

CM : Concha de mejillón

P : Puzolana

Fuente: Elaboración propia

### **3.2 Variable y operacionalización**

Teniendo en cuenta a (Hernández, Fernández and Baptista 2010, p. 122), la variable independiente viene a ser lo que se propone como una supuesta causa, y el efecto ocasionado por dicha causa es la variable dependiente.

#### **3.2.1. Variable independiente**

- **VI1:** Concha de mejillón.
- **VI2:** Puzolana.

#### **3.2.2. Variable dependiente**

- **VD1:** Resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.
- **VD2:** Resistencia a la flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.2.3. Operacionalización de variables**

(Hernández, Fernández and Baptista 2010, p. 111) menciona que, para medir la variable se necesita especificar las actividades u operaciones a realizar.

Es el proceso a través del cual se plantea como calcular las variables, y para llevar acabo esto se conviene establecer los indicadores de medición. Una hipótesis bien expresada tendrá que adjuntar elementos o términos que sean observables; en consecuencia, sujetos a la medición, como se puede indicar puede ser afirmativa o negativa.

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Teniendo en cuenta a (Peck and Devore 2012, p. 7), la población o universo es la colección completa de individuos, cosas o los eventos sobre los que se desea investigar ciertas especificaciones.

La población de estudio para esta investigación son los especímenes de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> con sustitución parcial de concha de mejillón (CM) al agregado fino y puzolana (P) al cemento Portland tipo I.

#### **3.3.2. Muestra**

De acuerdo con (Peck and Devore 2012, p. 7), la muestra es un subconjunto de la población, seleccionado para la investigación.



Teniendo en cuenta las normas del (MTC/14 2016), en esta investigación se consideró probetas cilíndricas y prismáticas para cada diseño de mezcla (0%CM0%P, 5%CM7.5%P, 7.5%CM10%P, 10%CM12.5%P, 15%CM15%P, 7.5%CM0%P, 0%CM5%P, 0%CM10%P, 0%CM15%P, 5%CM0%P y 15%CM0%P) las cuales se sometió a rotura para medir la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, siendo 99 probetas cilíndricas en total; así como también se sometió a rotura para determinar la resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado, siendo 99 probetas prismáticas en total. Por tanto, el tamaño de muestra será de 198 especímenes de concreto. Los diseños de mezcla (DM) son:

- DM1: probetas de concreto patrón; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades primaticas.
- DM2: probetas de concreto con sustitución de concha de mejillón en reemplazo del 5% de, agregado fino y puzolana en reemplazo del 7.5% del cemento; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.
- DM3: probetas de concreto con sustitución de concha de mejillón en reemplazo del 7.5% del agregado fino y puzolana en reemplazo del 10% del cemento; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.
- DM4: probetas de concreto con sustitución de concha de mejillón en reemplazo del 10% del agregado fino y puzolana en reemplazo del 12.5% del cemento; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.
- DM5: probetas de concreto con sustitución de concha de mejillón en reemplazo del 15% del agregado fino y puzolana en reemplazo del 15% del cemento; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.
- DM6: probetas de concreto con sustitución de concha de mejillón en reemplazo del 7.5% del agregado fino; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.
- DM7: probetas de concreto con sustitución de puzolana en reemplazo del 5% del cemento; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.
- DM8: probetas de concreto con sustitución de puzolana en reemplazo del 10% del cemento; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.

- DM9: probetas de concreto con sustitución de puzolana en reemplazo del 15% del cemento; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.
- DM10: probetas de concreto con sustitución de concha de mejillón en reemplazo del 5% del agregado fino; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.
- DM11: probetas de concreto con sustitución de concha de mejillón en reemplazo del 15% del agregado fino; 9 unidades cilíndricas y 9 unidades prismáticas.

Tabla 5. Resumen de muestras de resistencia a compresión y flexión

Propiedades Mecánicas de Concreto	Muestras Concreto	Cemento		Agregado Fino o Grueso		Grava	Agua	Total, de Ensayos			Total, de Ensayos	
		Puzolana (P)	Cemento	Concha Mejillón (CM)	Arena o Arenilla	Piedra 3/4	L	7 días	14 días	28 días	Probetas de Rotura	TOTAL
Compresión Axial Ensayo de Elasticidad (Pruebas Cilíndricas 6" x 12")	Patrón 01	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100%	100%	3	3	3	9	99
	Diseño 02	7.50%	92.50%	5.00%	95.00%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 03	10.00%	90.00%	7.50%	92.50%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 04	12.50%	87.50%	10.00%	90.00%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 05	15.00%	85.00%	15.00%	85.00%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 06	0.00%	100.00%	7.5%	92.5%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 07	5.00%	95.00%	0%	100%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 08	10.00%	90.00%	0%	100%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 09	15.00%	85.00%	0%	100%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 10	0.00%	100.00%	5.0%	95.0%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 11	0.00%	100.00%	15.0%	85.0%	100%	100%	3	3	3	9	
Compresión Flexión (Pruebas Prismáticas 0.15x0.15x0.5 3m)	Patrón 01	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%	100%	100%	3	3	3	9	99
	Diseño 02	7.50%	92.50%	5.00%	95.00%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 03	10.00%	90.00%	7.50%	92.50%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 04	12.50%	87.50%	10.00%	90.00%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 05	15.00%	85.00%	15.00%	85.00%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 06	0.00%	100.00%	7.5%	92.5%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 07	5.00%	95.00%	0%	100%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 08	10.00%	90.00%	0%	100%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 09	15.00%	85.00%	0%	100%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 10	0.00%	100.00%	5.0%	95.0%	100%	100%	3	3	3	9	
	Diseño 11	0.00%	100.00%	15.0%	85.0%	100%	100%	3	3	3	9	

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.3. Muestreo

Según (Peck and Devore 2012, p. 44), el muestro aleatorio estratificado consiste en dividir la población de estudio en subgrupos (estratos) no superpuestos de acuerdo a una o más características relevantes. Luego se realiza un muestro aleatorio simple o sistemático en cada estrato. Para asegurar la representatividad de la población se toman submuestras de manera proporcional al tamaño del estrato.

Por tanto, en esta investigación hemos usado el **muestreo estratificado** ya que a la población de estudio la cual es, especímenes de concreto se subdividió en dos subgrupos llamado estratos, es decir en probetas cilíndricas y prismáticas, luego hemos usado el **muestreo aleatorio simple** en cada estrato.

(Peck and Devore 2012, p. 41) afirma que el muestro aleatorio simple, se basa en que un elemento cualquiera tiene exactamente la misma probabilidad de ser seleccionado.

### 3.3.4. Unidad de análisis

Cada espécimen de concreto correspondiente al estrato de probetas cilíndricas o prismáticas tienen las mismas características, con las cuales se efectuó los ensayos correspondiente a la resistencia la compresión y flexión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, rompiéndose 3 probetas por cada prueba y por cada diseño de mezcla de tal manera de obtener un resultado más aproximado al promedio de roturas.

## 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se aplicó la técnica de **observación**, donde se recepcionó cuidadosamente los datos, registrándose por escrito para realizar el análisis estadístico, de los instrumentos que estamos utilizando para ver las clasificaciones y organizaciones de diversos ensayos que se realizó en forma experta y adecuada determinándose sus resistencias a flexión y compresión de hormigón.

### 3.4.1 Técnicas

Se observó y se registró los datos conseguidos del ensayo de resistencia a la compresión y flexión del hormigón a los 7, 14 y 28 días de hidratación, según la norma (MTC/14 2016).

### 3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Este instrumento es la **guía de observación de campo** los cuales son: protocolo de vaciado de concreto, certificado de rotura de resistencia a la compresión y flexión del hormigón.

El **protocolo de vaciado de hormigón o concreto**, es un instrumento que provee evidencias objetivas de la observación, para el vaciado de las probetas cilíndricas y prismáticas; donde se puede identificar el tipo de agregado fino, agregado grueso, agua, concha de mejillón y puzolana, el número de muestras de estudio, la programación de rotura a compresión y flexión, así como el valor del Slump.

El **certificado de rotura**, es un instrumento en el que se registró los resultados conseguidos en la prueba de resistencia a compresión y flexión de acuerdo a la edad de hidratación de los especímenes considerados en la muestra, así como también la carga aplicada, diámetro, sección transversal y la resistencia alcanzada.

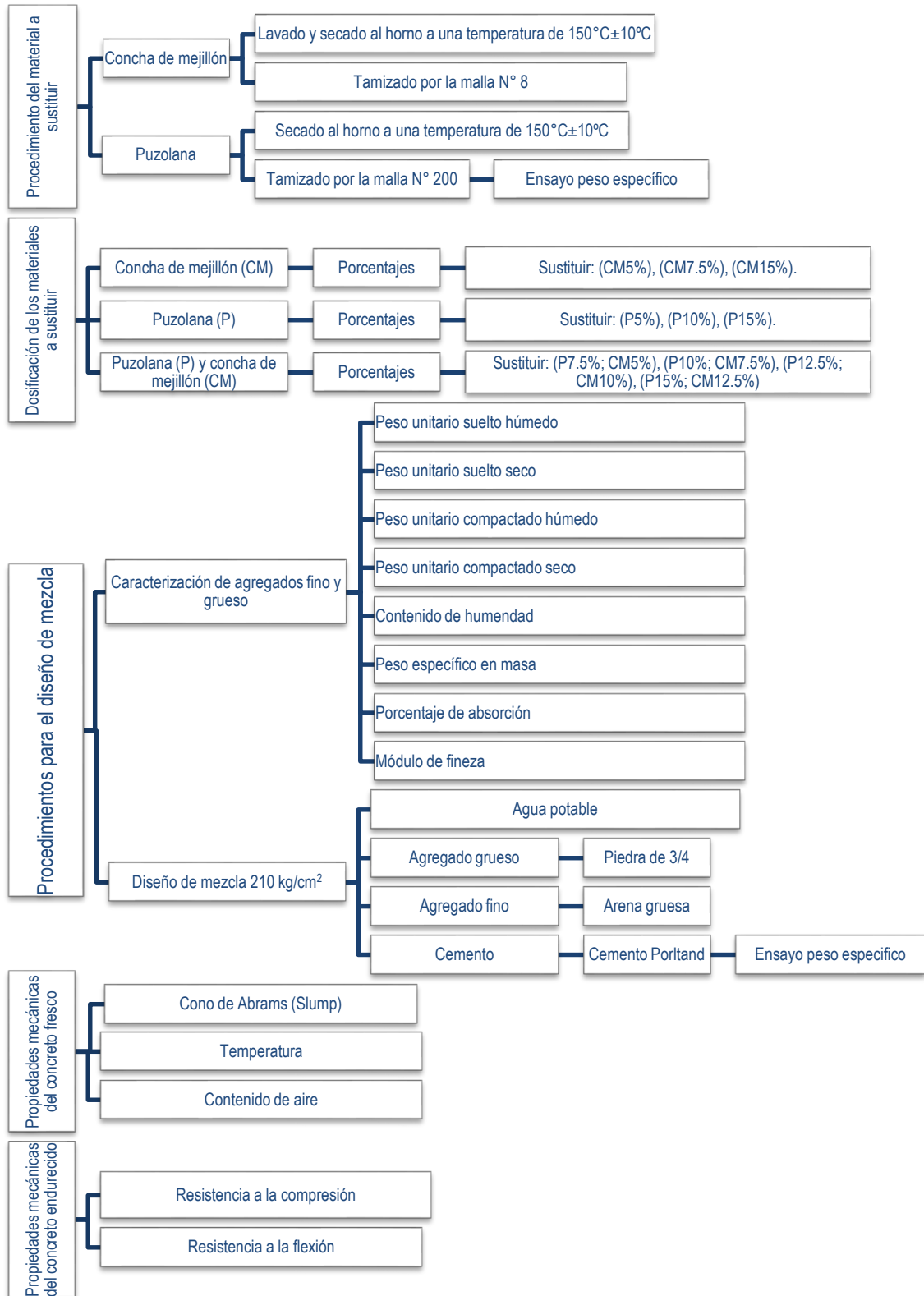
### 3.4.3 Validez y confiabilidad

La guía de observación “protocolo de vaciado de concreto” fue elaborado por los tesisistas la cual debe ser editada, aprobada y firmada por un ingeniero civil colegiado. En cambio, la guía de observación “certificado de rotura” fue facilitada por el laboratorio en que se realizó dichos ensayos, con el sello y firma del laboratorista a cargo.

### 3.5 Procedimientos

Los procedimientos establecidos según la siguiente figura:

Figura 6. Detalle de procedimientos para el diseño de mezcla



Fuente: Elaboración propia

### **3.6 Método de análisis de datos**

Se usó el software Microsoft Office Excel 2016 para el procesamiento dinámico en los datos conseguidos en los ensayos de resistencia a la comprensión y flexión plasmándolo en gráficas o tablas para un mejor entendimiento y análisis, para comparar los resultados obtenidos del diseño de patrón y experimentales, considerándose tres diseños experimentales: 1) diseño experimental a sustituir puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino en ciertos porcentajes y en un mismo diseño, 2) diseño experimental al sustituir puzolana al cemento en ciertos porcentajes y 3) diseño experimental al sustituir concha de mejillón al agregado fino en ciertas dosificaciones. Mediante el análisis de varianza se analizará si dos o más poblaciones tienen la misma media para luego realizar la prueba de hipótesis mediante la prueba t – Student.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación se elaboró con la finalidad de contribuir con una propuesta que ayudará a futuros estudios ya que se demostró que al sustituir puzolana al cemento o concha de mejillón al agregado fino aumenta la resistencia (trabajándolo por separado).

#### **3.7.1 Ética de la recolección de datos**

Los datos registrados de los ensayos del laboratorio son verídicos y confiables.

#### **3.7.2 Ética de la aplicación**

Se respetó las normas de diseño ACI, MTC14 y NTP que se encuentra en el reglamento nacional de edificaciones.

#### **3.7.3 Código de la ética**

Se valoró la propiedad intelectual y el origen de la información obtenida de los estudios realizados anteriormente realizados.

## IV RESULTADOS

### 4.1. Caracterización de los agregados que cumplen para el diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

Como se aprecia en la Tabla 6, se indican los valores que se obtuvieron de peso unitario, peso específico, porcentaje de absorción y módulo de fineza del agregado fino y agregado grueso, para lo cual se tomaron como referencia las normas NTP 400.017 - 2011 (revisada 2016), NTP 339.185 - 2013, N.T.P. 400.022 y N.T.P. 400.012. Para la concha de mejillón se adaptó la norma NTP 400.012.

*Tabla 6. Resultados de los estudios preliminares de agregado fino, conchas de mejillón y agregado grueso*

<b>Descripción</b>		<b>Arena Gruesa</b>	<b>Concha de mejillón</b>	<b>Piedra chancada 3/4</b>
Peso unitario: suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1537	1364	1435
Peso unitario: suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1532	1317	1431
Peso unitario: compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1692	1606	1564
Peso unitario: compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1687	1551	1564
Contenido de humedad	(%)	0.30	3.54	0.23
Peso específico: masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.533	2.746	2.230
Porcentaje: absorción	(%)	0.563	1.833	4.101
Módulo de fineza		3.05	2.35	3/4

*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en Tabla 7, se indica los datos que se registraron del peso específico del cemento y de la puzolana, usando la norma NTP 334.005 y su equivalente con la norma ASTM C188.

*Tabla 7. Peso específico del cemento y puzolana*

<b>Descripción</b>		<b>Cemento Portland Tipo I</b>	<b>Puzolana</b>
Masa de Cemento Portland Tipo I	(gr)	64	61.47
Vol. inicial kerosene	(ml)	0	0
Vol. final desplazado kerosene	(ml)	20.6	23.9
<b>Peso específico</b>	(g/ml)	<b>3.11</b>	<b>2.57</b>

*Fuente: Elaboración propia*



## 4.2. Diseño para elaboración de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

### 4.2.1. Diseño de patrón sin factor de corrección.

En la Tabla 8, se aprecia la cantidad de material que se utilizó para un diseño de mezcla de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, para la elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto.

Tabla 8. Cantidad de material del diseño de mezcla patrón sin factor de seguridad

Material	Peso Diseño Patrón (kg)
Cemento	299.708
Agua	211.231
Arena	812.926
Piedra	941.606
<b>TOTAL</b>	<b>2265.470</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados del diseño de mezcla

Descripción	Resultado
Asentamiento: Slump : in	4
Peso unitario: concreto fresco : kg/m <sup>3</sup>	2334.474
Resistencia: promedio en los 7d : kg/cm <sup>2</sup>	155.491
Porcentaje: promedio en los 7d : %	74.043
Factor: cemento por cubo de concreto : bolsa/m <sup>3</sup>	8.642
Relación: agua cemento :	0.705

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la Tabla 10, se tiene la proporción respecto al peso y volumen para la elaboración del diseño patrón.

Tabla 10. Proporción en peso y volumen del diseño patrón

Descripción	Cemento	Arena	Piedra	H <sub>2</sub> O
Proporción en (W) peso : L/pe <sup>3</sup>	1	2.14	2.51	30
Proporción en volumen : L/pe <sup>3</sup>	1	2.10	2.66	30

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2. Diseño de mezcla experimental

En la Tabla 11, se muestra el diseño patrón en kilogramos y en porcentajes para la elaboración de un cubo de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> y los diseños experimentales sustituyendo concha de mejillón a la arena gruesa y puzolana al cemento, en los porcentajes indicados.

Tabla 11. Cantidad de material para la elaboración de un cubo del diseño patrón y experimentales

Nº	Proporción de sustitución	f'c	Comento				Agregado fino						Total		
			Cemento Portland tipo I		Sustituir por puzolana		Agua		Arena gruesa		Sustituir por conchas de mejillón			Piedra 3/4	
			%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg		%	kg
DM1	<b>P0%; CM0%</b>	210	100.0%	299.708			100%	211.231	100.0%	812.926			100%	941.606	2265.470
DM6	<b>P0%; CM7.5%</b>	210	100.0%	299.708			100%	211.231	92.5%	751.956	<b>7.5%</b>	60.969	100%	941.606	2265.470
DM7	<b>P5%; CM0%</b>	210	95.0%	284.722	<b>5.0%</b>	14.985	100%	211.231	100.0%	812.926			100%	941.606	2265.470
DM8	<b>P10%; CM0%</b>	210	90.0%	269.737	<b>10.0%</b>	29.971	100%	211.231	100.0%	812.926			100%	941.606	2265.470
DM9	<b>P15%; CM0%</b>	210	85.0%	254.751	<b>15.0%</b>	44.956	100%	211.231	100.0%	812.926			100%	941.606	2265.470

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12, se puede apreciar el diseño patrón en kilogramos y en porcentajes para la elaboración de 9 moldes cilíndricos con dimensiones de 6in y 12in, y 9 moldes prismáticos con dimensiones de 15cm x 15cm x 53cm, para la obtención de un concreto de 210kg/cm<sup>2</sup>, así como para los diseños experimentales sustituyendo concha de mejillón al agregado fino y puzolana al cemento en los porcentajes indicados.

*Tabla 12. Cantidad de material en porcentajes para la elaboración de 9 probetas cilíndricas de 6 in y 12 in, y 9 probetas prismáticas de 15 cm x 15 cm x 53 cm*

Diseño N.º	Proporción de sustitución	Tanda	Probetas Cilíndricas DN(6"x12")		Cemento				Agregado fino				Piedra 3/4		Total, pesado de 3 tandas			
					Cemento portland tipo I		Sustituir por puzolana		Agua		Arena gruesa					Sustituir por conchas de mejillón		
					%	kg	%	kg	%	kg	%	kg				%	kg	
DM1	P0%; CM0%	3	11	0.0162	0.1785	100.0%	22.120			100%	15.590	100.0%	47.370			100%	55.514	<b>421.781</b>
DM6	P0%; CM7.5%	3	11	0.0162	0.1785	100.0%	22.120			100%	15.590	92.5%	43.818	7.5%	3.553	100%	55.514	<b>421.781</b>
DM7	P5%; CM0%	3	11	0.0162	0.1785	95.0%	21.014	5.0%	1.1060	100%	15.590	100.0%	47.370			100%	55.514	<b>421.781</b>
DM8	P10%; CM0%	3	11	0.0162	0.1785	90.0%	19.908	10.0%	2.2120	100%	15.590	100.0%	47.370			100%	55.514	<b>421.781</b>
DM9	P15%; CM0%	3	11	0.0162	0.1785	85.0%	18.802	15.0%	3.3180	100%	15.590	100.0%	47.370			100%	55.514	<b>421.781</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 4.3. Propiedades del concreto en estado fresco

En la información contenida en la Tabla 13, se muestra los resultados de Slump, aire atrapado y temperatura para el diseño patrón y 10 diseños experimentales.

Tabla 13. Resultados del concreto en estado fresco

Diseño	Porcentajes (P%; CM%)	Elaboración concreto fresco	Slump (in)	Aire atrapado concreto fresco	Temperatura (°C)
DM1	P0%; CM0%	17/08/2021	3.8	2.2	25
DM6	P0%; CM7.5%	17/09/2021	3.5	5.5	25
DM7	P5%; CM0%	18/09/2021	3.5	2.3	25
DM8	P10%; CM0%	17/09/2021	3.2	2.1	24
DM9	P15%; CM0%	18/09/2021	4.0	2.5	24

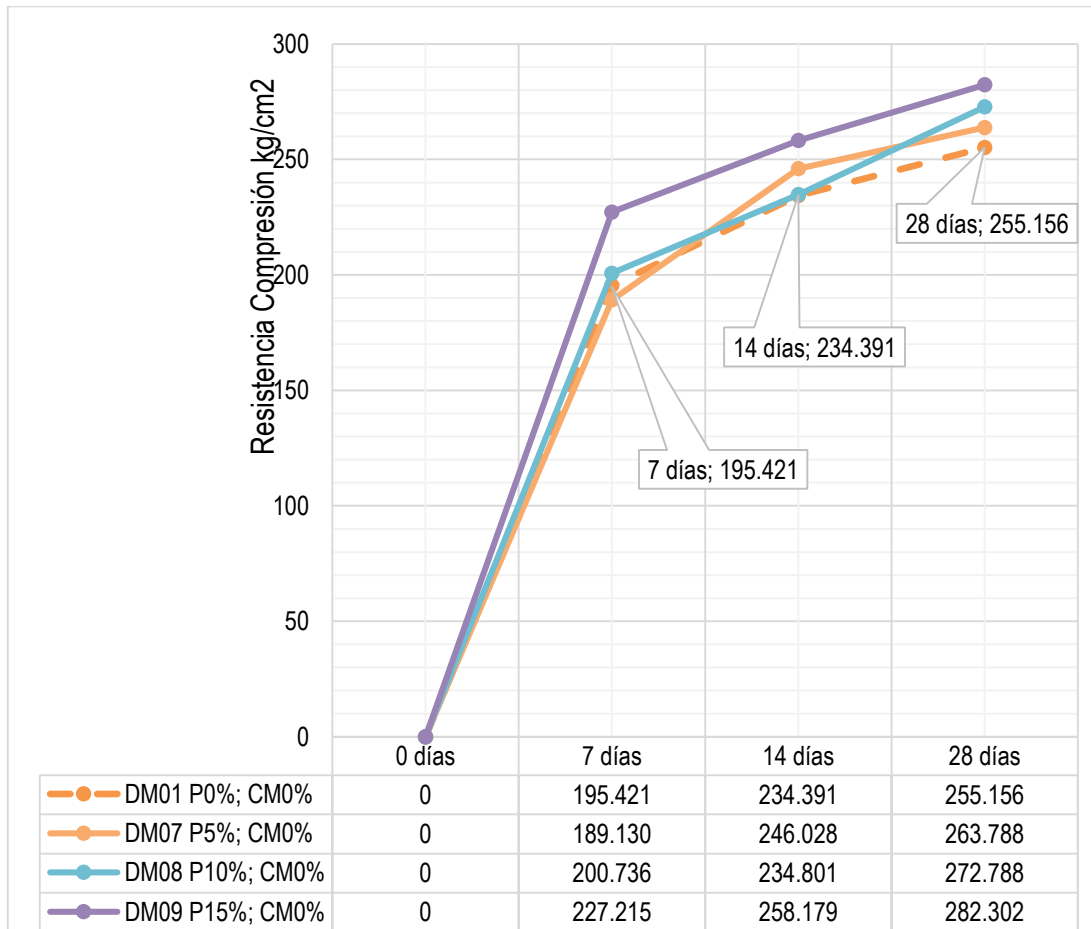
Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1. Comparación de resistencia a compresión

##### 4.3.1.1. Resultados de resistencia promedio a compresión

En la información adjunta en la Figura 7, nos muestra cada uno de los porcentajes al sustituir puzolana al cemento y 0% de sustitución de concha al agregado fino en cada muestra experimental. La resistencia a la compresión, para diferentes días, presenta un incremento para cada porcentaje de reemplazo de puzolana. Como se puede visualizar, en los resultados a los 28 días, es donde la sustitución de 15% de puzolana al cemento alcanzó la máxima resistencia con respecto al concreto patrón y a las demás sustituciones.

Figura 7. Evolución de la resistencia a la compresión de los diseños experimentales con puzolana

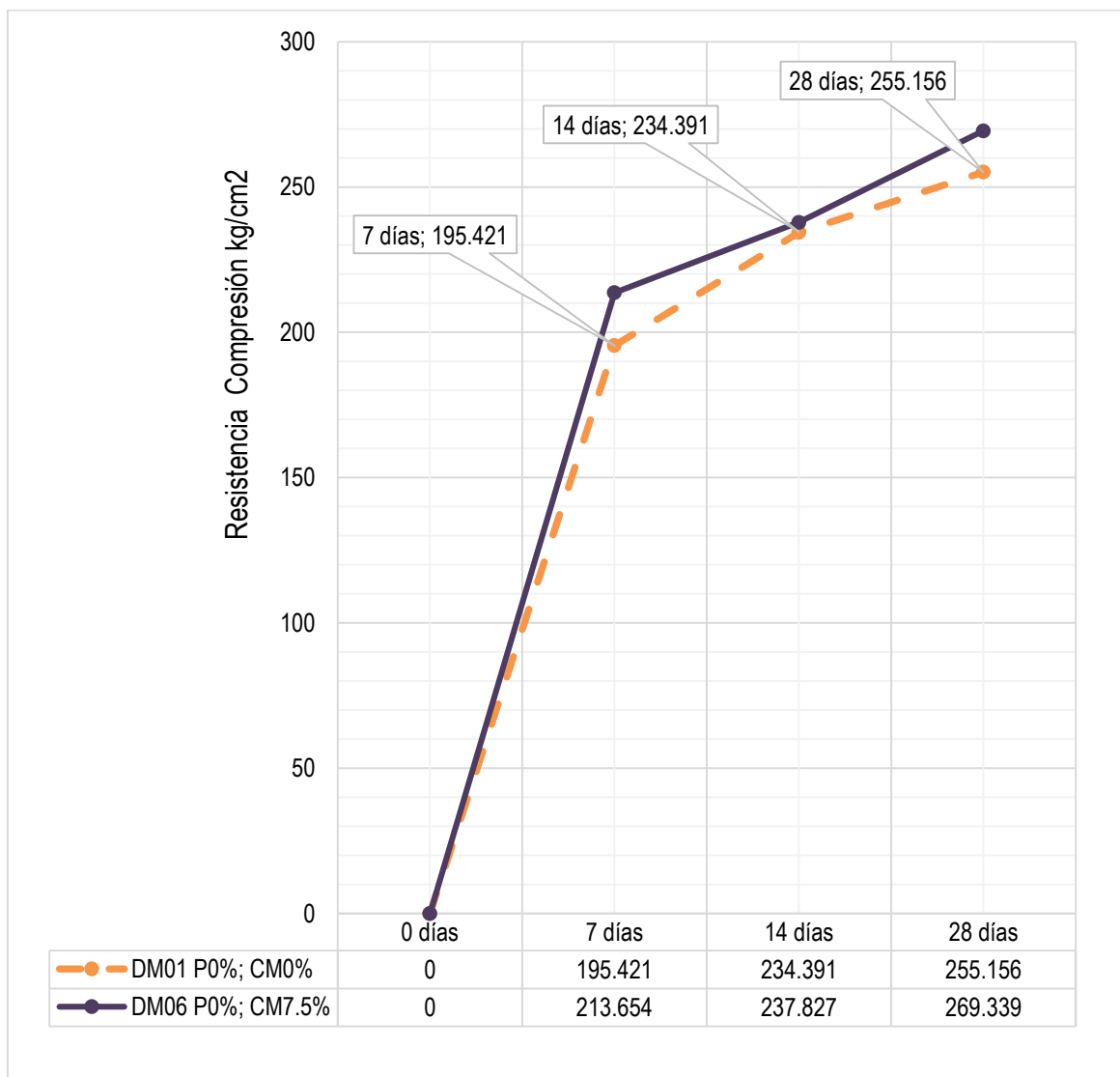


Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.2. Concreto experimental sustituyendo concha de mejillón

Los resultados obtenidos en la Figura 8, nos indica cada uno de los porcentajes al sustituir concha de mejillón al agregado fino y 0% de sustitución de puzolana al cemento, en cada muestra experimental. La resistencia a la compresión, para diferentes días, presenta un incremento para la sustitución de 7.5%, alcanzando el pico máximo de la resistencia (255.16 kg/cm<sup>2</sup>) en comparación las demás sustituciones y la muestra patrón.

Figura 8. Evolución de la resistencia a la compresión de los diseños experimentales con concha de mejillón



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1.3. Resultados comparativos de la resistencia a compresión a los 28 días

En la Tabla 14, se visualizan los resultados de resistencia promedio a compresión porcentuales, con los diferentes porcentajes de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino a los 28 días. Como se puede apreciar al sustituir 15% de puzolana al cemento presentó un incremento.

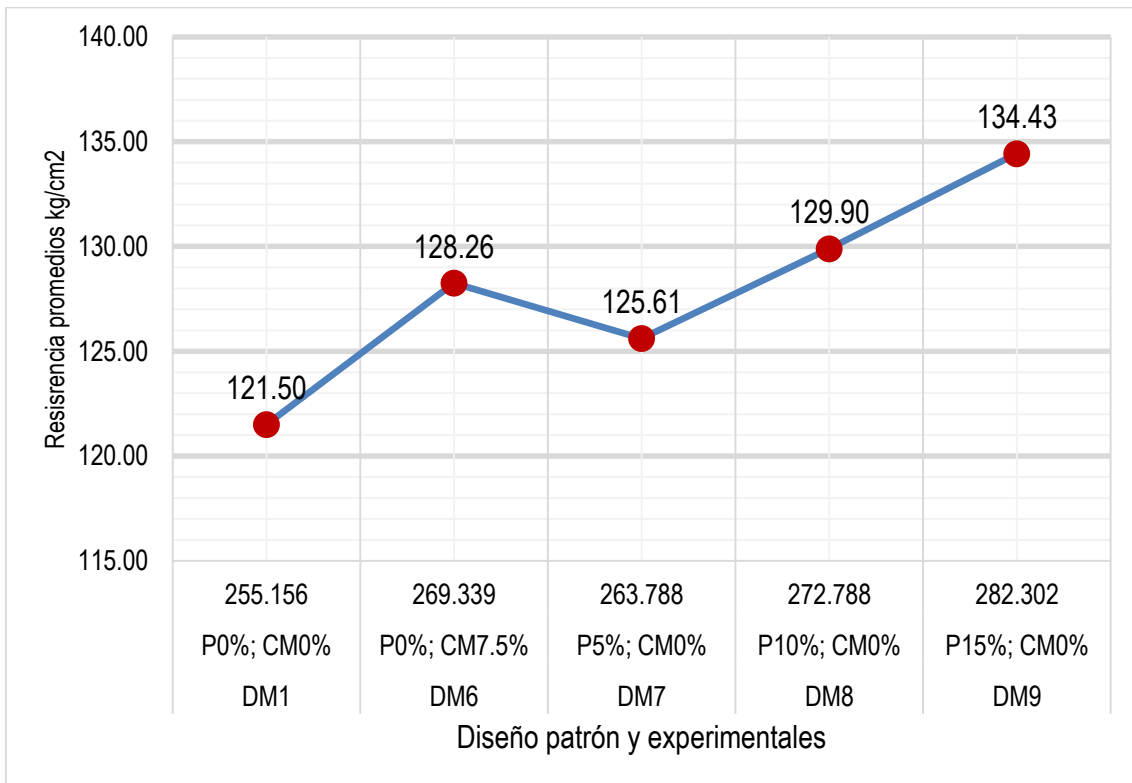
Tabla 14. Resultados comparativos de la resistencia a la compresión a los 28 días

DESCRIPCIÓN	Edad (días)	% Puzolana	% Conchas de mejillón	Área (m <sup>2</sup> )	KN	Fuerza (kg)	Resistencia a compresión		% Promedio	Promedio kg/cm <sup>2</sup>
							Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>		
DM1-C7-Patrón	28			183.602	474.810	48417.325	263.709	210	125.576	
DM1-C8-Patrón	28			183.050	456.420	46542.060	254.259	210	121.076	121.503
DM1-C9-Patrón	28			183.962	446.500	45530.498	247.499	210	117.857	
DM6-C7	28		7.5	181.721	482.740	49225.963	270.887	210	128.994	
DM6-C8	28		7.5	180.910	475.800	48518.278	268.191	210	127.710	128.257
DM6-C9	28		7.5	181.721	479.270	48872.120	268.940	210	128.067	
DM7-C7	28	5.0		180.933	468.810	47805.493	264.216	210	125.817	
DM7-C8	28	5.0		180.850	463.490	47263.002	261.338	210	124.447	125.614
DM7-C9	28	5.0		181.888	474.130	48347.984	265.811	210	126.577	
DM8-C7	28	10.0		182.068	499.020	50886.067	279.490	210	133.090	
DM8-C8	28	10.0		183.122	491.480	50117.199	273.683	210	130.325	129.899
DM8-C9	28	10.0		181.482	471.970	48127.725	265.192	210	126.282	
DM9-C7	28	15.0		179.838	500.850	51072.676	283.992	210	135.234	
DM9-C8	28	15.0		182.391	505.470	51543.787	282.601	210	134.572	134.429
DM9-C9	28	15.0		180.624	496.520	50631.137	280.313	210	133.482	

Fuente: Elaboración propia

La Figura 9, nos muestra los resultados porcentuales de la resistencia promedio a compresión de todos los diseños a los 28 días de hidratación, en la que se obtuvo una resistencia de 255.156 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto patrón, superando la resistencia de diseño (210 kg/cm<sup>2</sup>). En cuanto a los resultados verificados y observados con conchas de mejillón al 7.5% nos da 269.339 kg/cm<sup>2</sup> y puzolana al 5% 10% y 15% con respecto a la masa del material a sustituir. Se observa que la mejor resistencia a compresión es 282.302 kg/cm<sup>2</sup>, para el cual se reemplazó 15% de puzolana al cemento.

Figura 9. Resultados de resistencia a la compresión promedio porcentual de cada diseño con respecto al diseño requerido (210 kg/cm<sup>2</sup>)

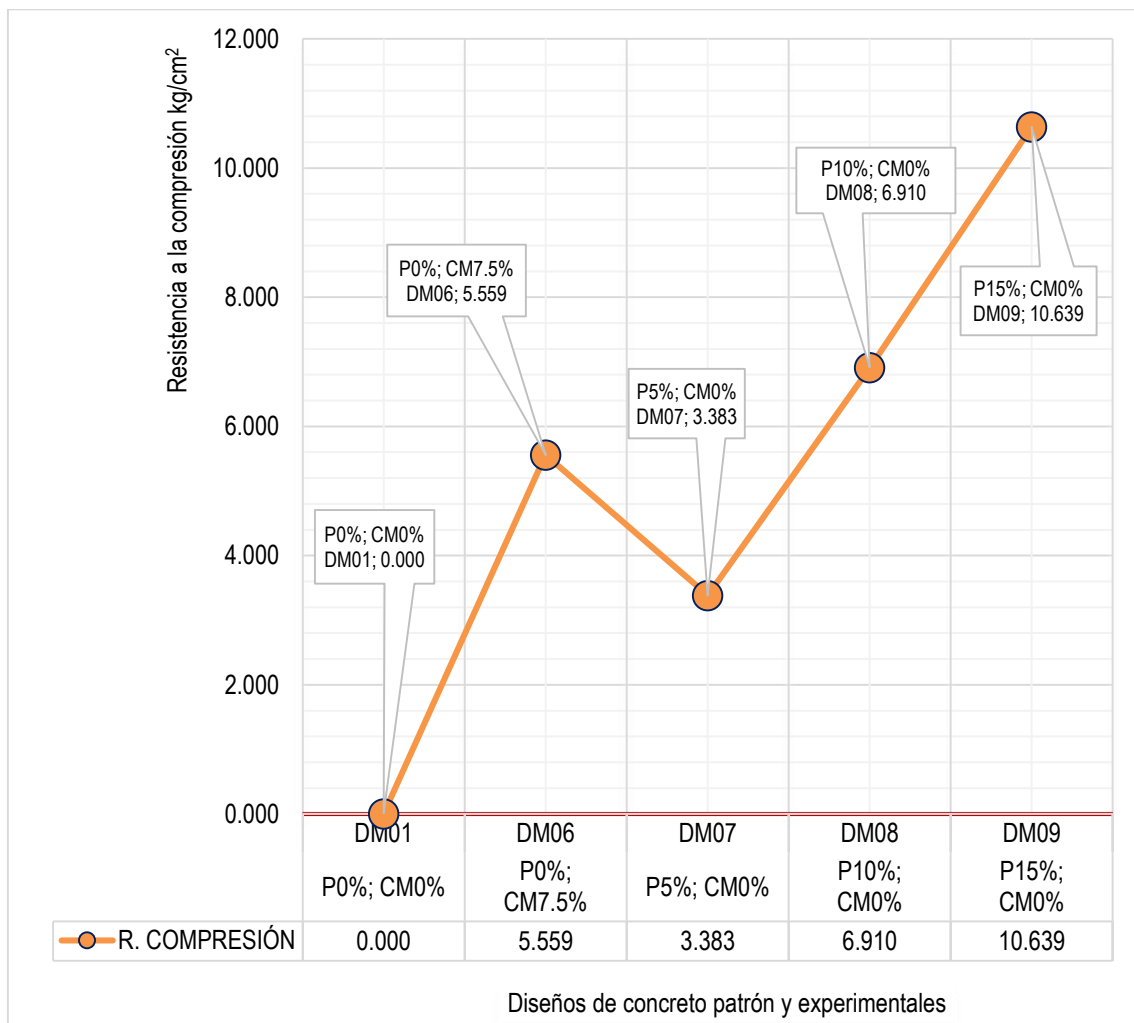


Fuente: Elaboración propia

Los resultados indicados en la Figura 10, nos muestra cada uno de los porcentajes de dosificación de concha de mejillón al agregado fino y puzolana al cemento, el incremento porcentual respecto al concreto patrón (DM1), a los 28 días. Como se puede apreciar, al reemplazar 7.5% concha de mejillón al agregado fino y 0% de puzolana incremento la resistencia a la compresión en 5.56%. Todas las sustituciones de puzolana al cemento y 0% de concha tuvieron un incremento porcentual respecto al concreto patrón, en donde se obtuvo un máximo incremento de 10.64% al reemplazar 15% de puzolana al cemento.



Figura 10. Evolución de la resistencia a la compresión de cada diseño experimental en comparación con el concreto patrón



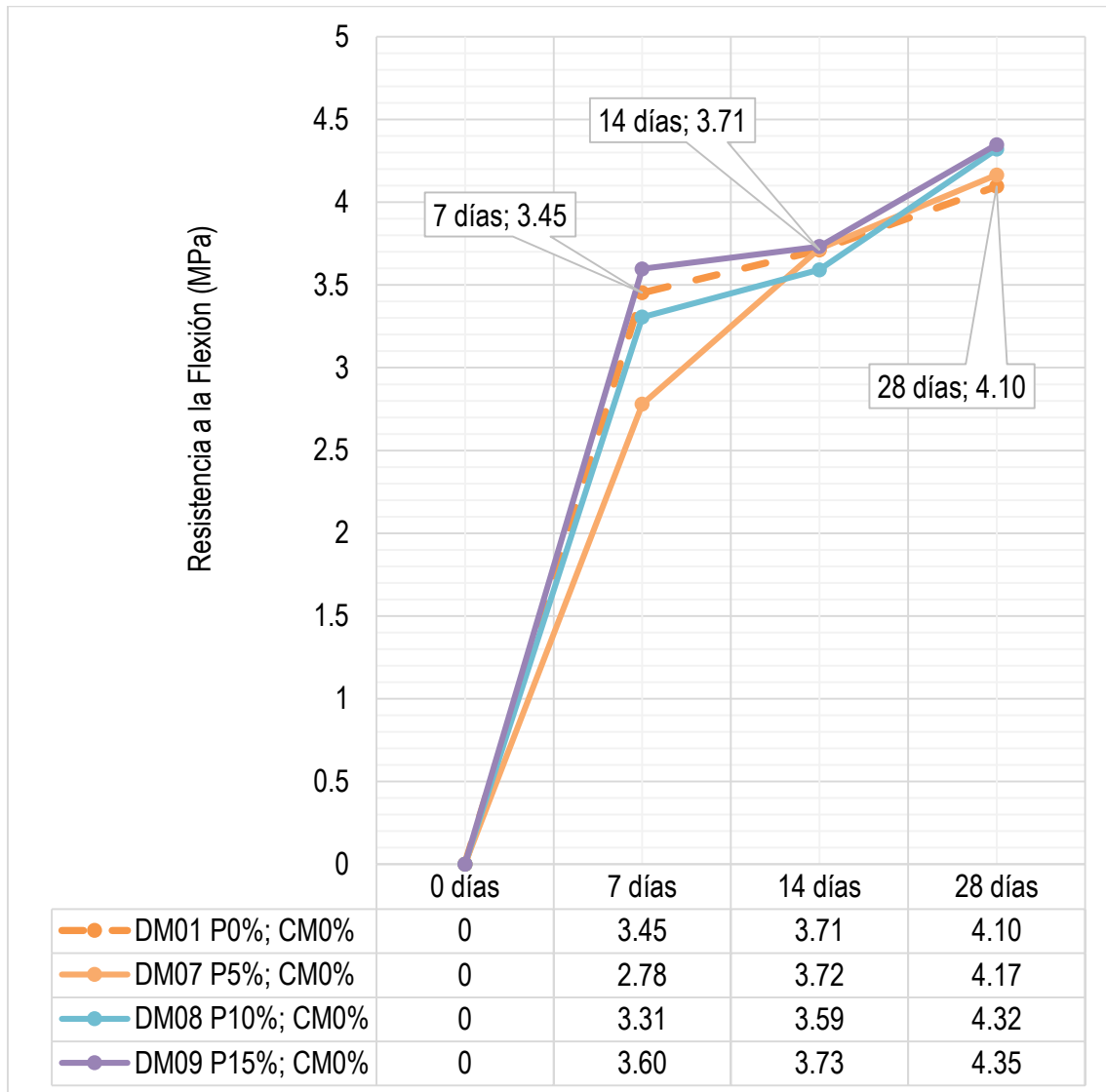
Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. Comparación de resistencia a flexión

##### 4.3.2.1. Resultados promediados de resistencia a flexión

Los resultados adjuntos en la Figura 11, nos muestra cada uno de los porcentajes al sustituir puzolana al cemento y 0% de sustitución de concha al agregado fino en cada muestra experimental. La resistencia a la flexión, para diferentes días, presenta un incremento para cada porcentaje de reemplazo de puzolana. Como se puede visualizar, en los resultados a los 28 días, es donde la sustitución de 15% de puzolana al cemento alcanzó la máxima resistencia con respecto al concreto patrón y a las demás sustituciones.

Figura 11. Evolución de la resistencia a la flexión de los diseños experimentales con puzolana.

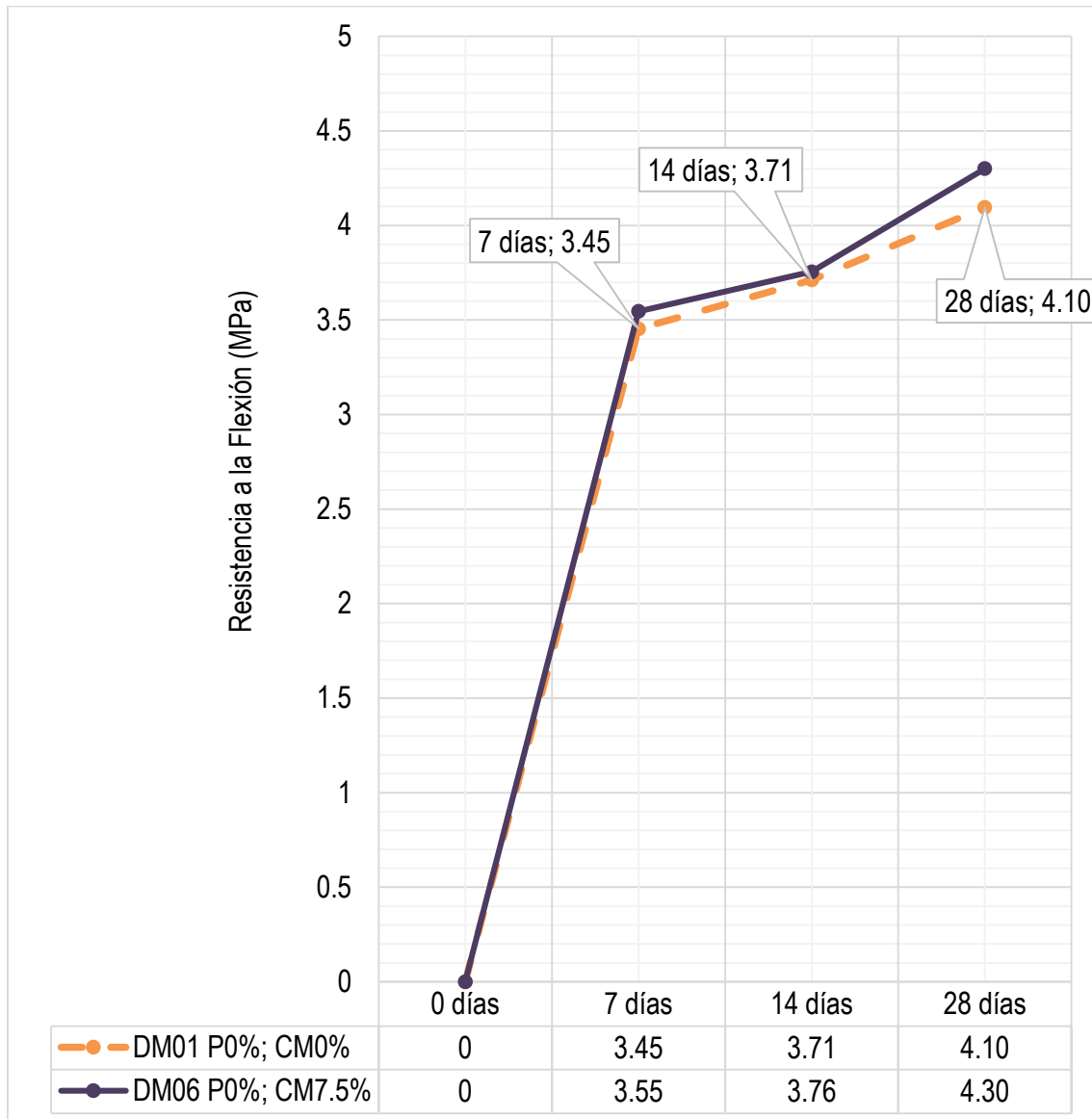


Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.2. Concreto experimental sustituyendo conchas de mejillón

Los resultados obtenidos en la Figura 12, nos indica cada uno de los porcentajes al sustituir concha de mejillón al agregado fino y 0% de sustitución de puzolana al cemento, en cada concreto experimental. La resistencia a la flexión, para diferentes días, presenta un incremento para la sustitución de 7.5%, alcanzando el pico máximo de la resistencia (4.30 Mpa) en comparación las demás sustituciones y la muestra patrón.

Figura 12. Evolución en la resistencia a la flexión de los diseños experimentales con concha de mejillón



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2.3. Resultados comparativos de resistencia a la flexión a los 28 días

En la información adjuntada en la Tabla 15, se puede apreciar los resultados de resistencia promedios a flexión porcentuales, con diferentes porcentajes de sustitución de puzolana al cemento a los 28 días. Como se puede apreciar al sustituir 15% de puzolana al cemento presentó un incremento. Según norma CE 010 pavimentos urbanos rígidos.

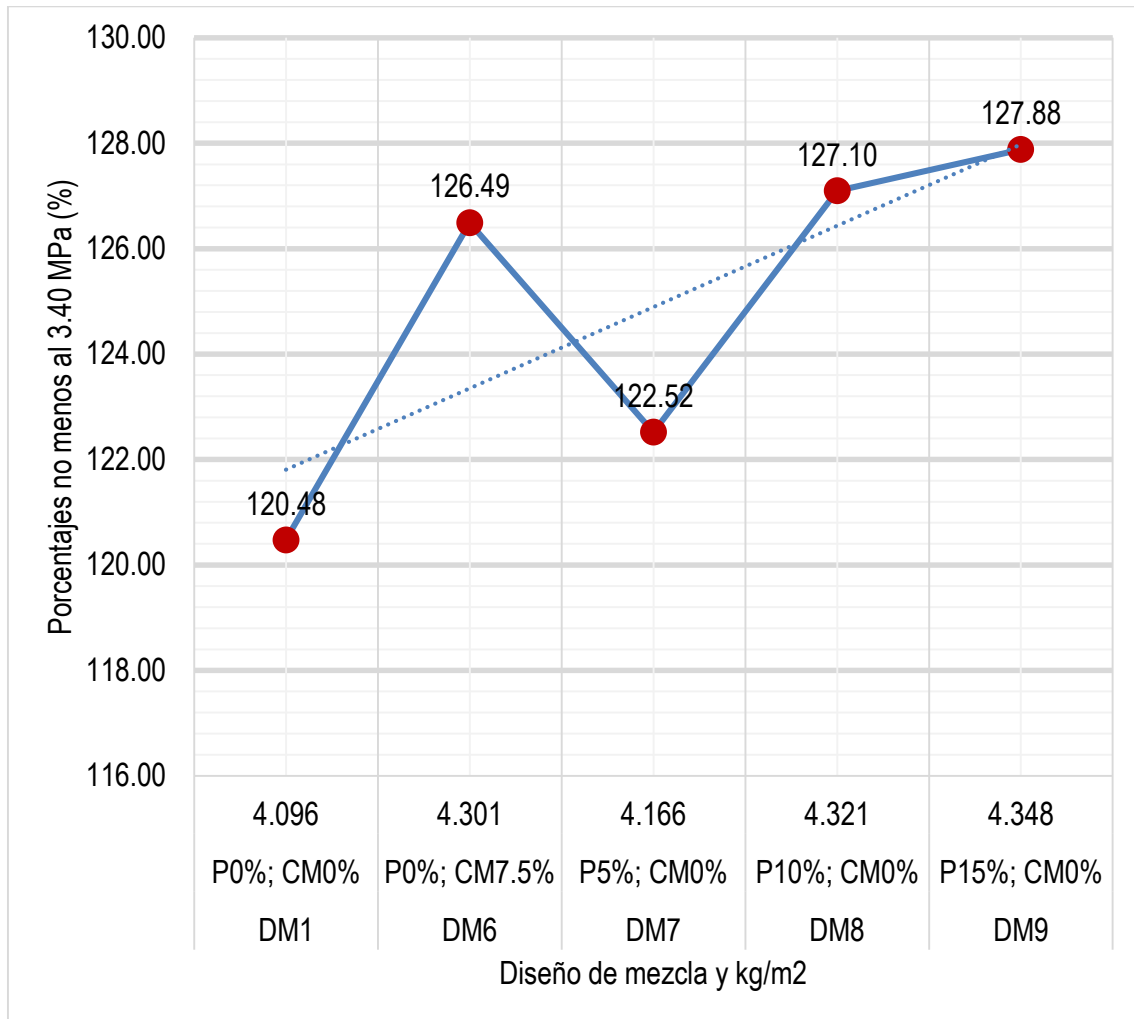
Tabla 15. Resultados comparativos de resistencia a la flexión a los 28 días

Diseño	Edad (días)	% (P)	% (CM)	Longitud de Luz	Ancho	Alto	KN	Resistencia a flexión		% Resistencia	% Promedio Resistencia	Promedio (MPa)
								Rotura (MPa)	Diseño (MPa)			
DM1	28			450	150	151	31.62	4.16	3.40	122.48 %	120.48 %	4.10
				450	150	150	30.28	4.01	3.40	117.97 %		
				450	150	150	30.89	4.11	3.40	120.98 %		
DM6	28		7.5%	450	150	150	32.12	4.30	3.40	126.50 %	126.49 %	4.30
			7.5%	450	150	150	32.56	4.32	3.40	126.93 %		
			7.5%	450	151	151	32.91	4.29	3.40	126.04 %		
DM7	28	5%		450	151	150	31.85	4.22	3.40	124.03 %	122.52 %	4.17
		5%		450	150	151	31.55	4.12	3.40	121.27 %		
		5%		450	150	151	31.65	4.16	3.40	122.26 %		
DM8	28	10%		450	150	150	32.71	4.36	3.40	128.27 %	127.10 %	4.32
		10%		450	150	150	32.09	4.28	3.40	125.84 %		
		10%		450	150	150	32.43	4.32	3.40	127.18 %		
DM9	28	15%		450	150	150	32.67	4.36	3.40	128.12 %	127.88 %	4.35
		15%		450	150	150	32.39	4.32	3.40	127.02 %		
		15%		450	150	150	32.77	4.37	3.40	128.51 %		

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13, podemos apreciar los resultados de la resistencia propia a flexión porcentual de todos los diseños a los 28 días de hidratación, en la que se obtuvo una resistencia de 4.096 MPa para el diseño patrón, alcanzado así la resistencia de diseño (210kg/cm<sup>2</sup>). En cuanto a los resultados que se obtuvo al sustituir 7.5% de concha de mejillón nos dio 4.30 MPa y puzolana al 5%, 10% y 15% con respecto al peso del material a sustituir, se observa que la resistencia a flexión a los 28 días de hidratación al 15% nos da 4.348 MPa sustituyendo cemento por puzolana nos mejora la resistencia de flexión de 124.23% y observamos que el diseño patrón su porcentaje es de 117.03%.

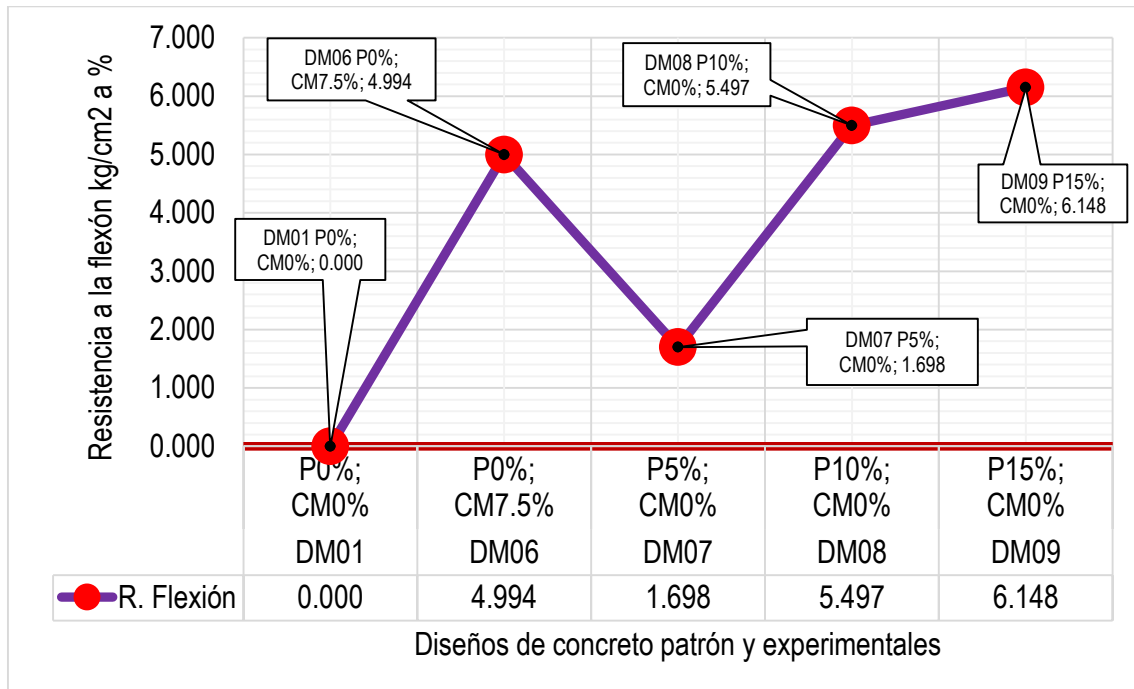
Figura 13. Resultados de resistencia a la flexión promedio porcentual de cada diseño con respecto al diseño requerido (3.40 MPa = 100%)



Fuente: Elaboración propia

De los resultados indicados en la Figura 14, se puede apreciar cada uno de los porcentajes de sustitución de concha de mejillón al agregado fino y puzolana al cemento, el incremento porcentual respecto al concreto patrón (DM1), a los 28 días. Como se puede visualizar, al reemplazar 7.5% concha de mejillón al agregado fino y 0% de puzolana incremento la resistencia a la compresión en 4.99%. Todas las sustituciones de puzolana al cemento y 0% de concha tuvieron un incremento porcentual respecto al concreto patrón, en donde se obtuvo un incremento máximo de 6.15% al sustituir 15% de puzolana al cemento.

Figura 14. Evolución de la resistencia a la flexión de cada diseño experimental en comparación del diseño patrón = 0%



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Prueba de hipótesis

La hipótesis nula y alternativa para la siguiente investigación es respectivamente:

$H_0$ : La concha de mejillón y puzolana no tienen efecto directo en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

$H_1$ : La concha de mejillón y puzolana tiene efecto directo en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Mediante el análisis de varianza se demostró que las varianzas del grupo control y experimentales son diferentes, por lo cual se utilizó la prueba de hipótesis para la diferencia de medias, para lo cual se aplicó la prueba t – Student para muestras independientes con varianzas diferentes (prueba Welch – Aspin).

En la información adjunta en la Tabla 16, se puede apreciar el resumen de la prueba de hipótesis para la resistencia a compresión y flexión.

Tabla 16. Resumen de la prueba de hipótesis para la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>

<b>Resumen de la prueba de hipótesis para la resistencia</b>					
		<b>Compresión</b>		<b>Flexión</b>	
<b>Diseño</b>	<b>Porcentaje de sustitución</b>	<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Hipótesis Alternativa</b>	<b>Hipótesis Nula</b>	<b>Hipótesis Alternativa</b>
DM6	7.5%CM 0%P		Se acepta		Se acepta
DM8	0%CM 10%P		Se acepta		Se acepta
DM9	0%CM 15%P		Se acepta		Se acepta

*Fuente: Elaboración propia*

## V DISCUSIÓN

1. Con respecto a la caracterización de la puzolana se determinó su peso específico el cual es 2.57 g/ml, para este ensayo se adaptó el procedimiento establecido en la norma NTP 334.005 en concordancia con la norma ASTM C188. En comparación con el artículo presentado por los investigadores (Zeyad and Almalki 2021) obtuvieron un peso específico de 2.61. Así como también (Tang, Nguyen, Ngo, Dang, Bulgakov and Bazhenova 2018) señala que el peso específico de la puzolana de Vietnam es de 2.81 g/cm<sup>3</sup>. En la investigación realizada por (Rahma and Jomaa 2018) indica que obtuvieron un peso específico de 2.9 g/cm<sup>3</sup>. Por su parte (Rueda, Vega and Ríos 2016) señala que el peso específico de la piedra pómez es de 2.34 g/ml, además según lo que indican los investigadores (Alsaleh and Adday 2020) obtuvieron como peso específico de la puzolana Siria de 2.58. En tal sentido, de acuerdo a lo referido anteriormente y al analizar estos resultados, se puede apreciar que son parecidos al de nuestra presente investigación, por lo cual se le da, la validez correspondiente.

Así como también para la caracterización de la concha de mejillón se determinó su módulo de fineza, porcentaje de absorción de agua y peso específico. Con respecto al módulo de fineza se obtuvo 2.35, para la cual se adaptó la norma NTP 400.012 en correspondencia con la norma ASTM C136, para el análisis granulométrico de la concha de mejillón triturada, evidenciándose que está en el rango establecido por la norma. Según lo indicado por los investigadores (Martínez, González, Carro and Martínez F. 2020) obtuvieron 2.21 de módulo de fineza para la arena de concha de mejillón. En ese sentido, bajo lo mencionado anteriormente se puede apreciar que los resultados obtenidos en esta investigación son análogos, por lo cual se le da, la validez correspondiente. Respecto al porcentaje de absorción de agua se obtuvo 1.83%. En comparación con el artículo presentado por los investigadores (Martínez, González, Martínez F. and Carro 2017) en el cual afirma que el porcentaje de absorción de la concha de mejillón es de 2.56%. Siendo semejante al valor obtenido en la presente investigación, por lo cual se le da, la validez correspondiente. En cuanto al



peso específico de la concha de mejillón se obtuvo  $2.75 \text{ g/cm}^3$ , para el cual se siguió el procedimiento establecido en norma NTP 400.022 en concordancia con la norma ASTM C128. En comparación con el artículo presentado por los investigadores (Camba, Mier, Carral, Lamas, Álvarez, Díaz and Tarrío 2021) expresan que el peso específico de es  $2.70 \text{ g/cm}^3$ . Así como también (Martínez, González, Carro and Martínez F. 2020) refiere que el peso específico de la arena gruesa de concha de mejillón es de  $2.65 \text{ kg/dm}^3$ . Estos resultados son corroborados por (Biriane and Barbachi 2020) quienes en su investigación manifiestan que el peso específico de la concha de mejillón varía entre 2.65 y 3.01. Siendo estos resultados similares a lo presentado en esta investigación, lo cual se le da, la validez correspondiente.

2. De los ensayos se evidencia que en las muestras, que se sustituyó puzolana el Slump varía de 3.2 in a 4 in, cumpliendo con un diseño de mezcla de consistencia plástica según la norma NTP 339.035 en concordancia con la norma ASTM C143. Así como en el artículo presentado por (Rahma and Jomaa 2018) obtuvo un asentamiento aproximado de 2.44 in – 3.8 in al añadir 5%, 10% y 15% de puzolana al cemento, siendo estos valores parecidos a la presente investigación, lo cual se da la, validez correspondiente.

Así como también, de los ensayos en las muestras que se reemplazó concha de mejillón el Slump obtenido varía de 3.2 in a 3.5 in, cumpliendo con lo especificado para el diseño de mezcla de consistencia plástica según la norma NTP 339.035 en correspondencia con la norma ASTM C143. En comparación con artículo publicado por los investigadores (Martínez, González, Martínez F. and Carro 2017) expresan que se obtuvo un revenimiento que varía en el rango de 3.93 in a 5.90 in, al reemplazar 25% de concha de mejillón al agregado fino y/o agregado grueso. Siendo estos valores parecidos a lo presentado en esta investigación. Por lo cual le da, la validez que corresponde.

Con respecto a los resultados obtenidos del contenido de aire atrapado al sustituir puzolana al cemento se obtuvo valores de 2.1% a 2.5%. En comparación con el artículo presentado por los investigadores (Rahma and Jomaa 2018) se evidencia que el aire atrapado es de 1.5% y 1.55%, siendo esto análogo a los valores obtenidos en nuestra presente investigación, lo cual se da, la validez correspondiente.

3. De la Figura 10, se puede apreciar que la sustitución de puzolana en todos los porcentajes considerados al cemento, mejoran la resistencia del concreto. Obteniendo una máxima mejora de resistencia a la compresión de 10.64%, respecto al concreto patrón a los 28 días, de acuerdo a lo indicado, la puzolana tiene efecto directo en la resistencia a la compresión del concreto. Frente a lo mencionado se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación, al sustituir 10% y 15% de puzolana a la masa del cemento. En comparación con los investigadores (Villate and Cerna 2020), obtuvieron un incremento máximo de la resistencia a la compresión a los 28 días de 17.98% respecto a la muestra patrón al adicionar 15% de puzolana al cemento. Así como también (Garcia, Xu and Probst 2021) en su artículo de investigación, indica que al reemplazar en una tasa del 10% de puzolana y 10% de material reciclado incrementa la resistencia a la compresión hasta 34% respecto al concreto patrón. Como expresan los investigadores (Zeyad and Almalki 2021), al reemplazar 10% polvo de piedra pómez volcánica a la masa del cemento tiene un aumento de 4.5% en la resistencia a la compresión respecto a la muestra patrón a los 90 días. Teniendo en cuenta a (Hossain, Cai, Ng, Xuan and Ye 2020) demostró que a una tasa de 20% - 30% de sustitución de cenizas volcánicas (VA) se obtiene una mayor resistencia en el rango de 9% a 16%, obteniendo la máxima resistencia al sustituir 20% de VA en el cemento. Así como señala (Rahma and Jomaa 2018) el porcentaje óptimo considerado de adición de puzolana al cemento fue del 15%, teniendo una mejora de 7.89% y 4.65% respecto a los dos concreto patrón considerados. Así como también (Rehman 2017) señala que la resistencia a la compresión incrementa aproximadamente en 6.25%, 9.38% y 25% respecto al diseño patrón, para

los diseños en que se sustituyó 8% y 10% de humo de sílice y 30% de escoria de alto horno. De acuerdo con (Collantes 2017) obtuvo un aumento máximo de resistencia a la compresión de 17.36% a los 28 días, respecto al concreto patrón al adicionar 10% de puzolana al cemento. En tal sentido, bajo lo referido anteriormente y luego del análisis de los resultados, se puede apreciar que los resultados son similares a los obtenidos en nuestra investigación, por lo cual se le da la validez correspondiente.

De la Figura 14, se puede visualizar que el reemplazo de todos los porcentajes considerados de puzolana al cemento, incrementan la resistencia a flexión del concreto. Obteniendo un incremento máximo de resistencia a la flexión en 6.15%, respecto al concreto patrón a los 28 días, esto quiere decir que la puzolana influye en la resistencia a la flexión del concreto. De acuerdo a lo expuesto se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación, al sustituir 10% y 15% de puzolana a la masa del cemento. En comparación con el artículo presentado por el investigador (Rehman 2017) la resistencia a la flexión mejoró en 10.63% a 66.67% al diseño patrón. Así como también (Collantes 2017) afirma que la adición de puzolana al cemento incrementó la resistencia a la flexión de 2.35% a 5.88% a los 28 días, respecto al concreto patrón. En ese sentido, bajo lo indicado y al analizar los resultados, se puede apreciar que son parecidos a los valores obtenidos en la presente investigación, por lo cual se le da, la validez correspondiente.

De la Figura 10 se puede visualizar que al sustituir 7.5% concha de mejillón al agregado fino mejora la resistencia a la compresión en 5.56%, respecto al concreto patrón. Según lo señalado, la concha de mejillón tiene efecto significativo en la resistencia a la compresión del concreto. De acuerdo a lo mencionado se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación. En comparación con los investigadores (Lejano and Gagan 2017) la sustitución de 7.81% de conchas de mejillón trituradas incrementó la resistencia a la compresión en 13.19%. Esta investigación valida lo

indicado por dichos investigadores ya que los resultados son semejantes, por lo cual se le da, la validez correspondiente.

De la Figura 14 se puede apreciar que al sustituir 7.5% concha de mejillón al agregado fino aumenta la resistencia a la flexión en 4.99%, respecto al concreto patrón. Según lo indicado, la concha de mejillón tiene efecto significativo en la resistencia a la flexión del concreto. En base a lo señalado se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis de investigación.

## VI CONCLUSIONES

1. El peso específico de la puzolana que se obtuvo fue de 2.57 g/ml. Con respecto a la caracterización de la arena de concha de mejillón se obtuvo que, el módulo de fineza es 2.35, el porcentaje de absorción es 1.83% y el peso específico es 2.75 g/cm<sup>3</sup>.
2. En lo que respecta al Slump para los diseños de mezcla en que se reemplazó puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino cumple con la relación de 3 in a 4 in. Con respecto al contenido de aire atrapado en las muestras en las que se reemplazó 5%, 10% y 15% de puzolana al cemento son 2.3%, 2.1% y 2.5% respectivamente. En cuanto a la muestra que se reemplazó concha de mejillón al agregado fino se obtuvo que el contenido de aire atrapado está en el rango de 2.8% a 5.8%.
3. En lo que concierne a la resistencia a la compresión del concreto, todos los porcentajes de reemplazo de puzolana al cemento incrementan la resistencia, al sustituir el 15% de puzolana al cemento se tiene el máximo incremento de resistencia a la compresión de 282.30 kg/cm<sup>2</sup>, respecto al diseño patrón; superando a los porcentajes de sustitución de 5% y 10% los cuales obtuvieron una resistencia a compresión de 263.79 kg/cm<sup>2</sup> y 272.79 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, los cuales superando al concreto patrón a los 28 días de hidratación. En base a los resultados, todos los porcentajes de sustitución de puzolana mejoran la resistencia a la flexión del concreto, la sustitución de 15% de puzolana al cemento obtuvo una resistencia de 4.35 MPa, respecto a la muestra patrón; superando a los porcentajes de 5% y 10%, los cuales llegaron a tener una resistencia a la flexión de 4.17 y 4.32 MPa respectivamente, superando a la muestra patrón a los 28 días de hidratación.

Con respecto a la resistencia a compresión al sustituir 7.5% de concha de mejillón al agregado fino, se obtuvo una resistencia de 269.34 kg/cm<sup>2</sup>, superando al concreto patrón a los 28 días. En base a los resultados obtenidos, la sustitución de 7.5% de concha de mejillón a la masa del agregado fino se obtuvo una mejora de resistencia a flexión siendo de 4.30 MPa, respecto al concreto patrón a los 28 días.

## VII RECOMENDACIONES

1. Se recomienda determinar el peso específico de la puzolana, después de haber sido secado y tamizado por la malla N°200.

Se sugiere realizar el análisis granulométrico de la concha de mejillón triturada con el fin de determinar el módulo de fineza y el porcentaje de absorción, además evaluar el peso específico de la concha de mejillón triturada.

2. Determinar el Slump, contenido de aire atrapado y temperatura del concreto en estado fresco, tanto para los diseños que sustituye puzolana al cemento como para los diseños en que se reemplaza concha de mejillón al agregado fino.

3. Se sugiere realizar investigaciones similares sustituyendo puzolana al cemento en porcentajes que varíen en el rango de 10% al 20%, de tal manera de encontrar una mejor dosificación que incremente la resistencia a compresión y flexión del concreto. Así como también, realizar estudios sustituyendo concha de mejillón al agregado fino en el rango de 7% al 10%, con el fin de encontrar un valor más adecuado de tal manera que aumente resistencia a compresión y flexión del concreto. Se recomienda realizar investigaciones sustituyendo puzolana al cemento o concha de mejillón a agregado fino, pero no en un mismo diseño de mezcla ya que fusionados disminuyen las propiedades mecánicas del concreto.

## REFERENCIAS

- ABANTO, 2009. *Tecnología del concreto* [en línea]. Segunda edición. Perú: San Marcos. ISBN 978-612-302-060-6. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>.
- ABRÃO, CARDOSO AND JOHN, 2019. Evaluation of Portland pozzolan blended cements containing diatomaceous earth. *Enero de 2019*, vol. 65, pp. 12. ISSN 03666913. DOI 10.1590/0366-6913201965S12596.
- ADDAY AND AWAD, 2019. Pre-wetting of recycled concrete as alternative of chemical, natural and industrial waste additives. , vol. 8, pp. 6. ISSN 22783075. DOI 10.35940/ijitee.L3166.1081219.
- ADHIKARI, 2017. *Mechanical and Durability Characteristics of Fly Ash Based Soil-Geopolymer Mixtures for Road Base and Subbase Layers* [en línea]. United States: University of Louisiana at Lafayette. Disponible en: <https://www.proquest.com/dissertations-theses/mechanical-durability-characteristics-fly-ash/docview/1978944274/se-2?accountid=37408>.
- ALSALEH AND ADDAY, 2020. Manufacture of lightweight thermal insulation concrete using recycled aggregates and Syrian Pozzolan. *2020*, vol. 9, pp. 6. ISSN 2278-3091. DOI DOI: 10.30534/ijatcse/2020/178932020.
- ANAGNOSTOPOULOS, CABJA AND PAPADIMITRIOU, 2021. Experimental data on strength properties of mussel shell concretes and specimen size effect. *Abril de 2021*, vol. 35, pp. 9. ISSN 23523409. DOI 10.1016 / j.dib.2021.106954.
- ANDINA, 2018. *Agencia peruana de noticias y publicidad S.A.* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-mtc-pavimento-1058-km-vias-el-2018-para-optimizar-transitabilidad-los-peruanos-737736.aspx>.
- ANDINA, 2021. *Agencia peruana de noticias y publicidad S.A.* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-lambayeque-inician-rehabilitacion-vias-beneficio-500-familias-ferrenafe-828836.aspx>.
- ARTHUR, 2016. *Design of Concrete Structures* [en línea]. Fifteenth edition. United States: McGraw-Hill Interamericana, S.A. ISBN 978-0-07-339794-8. Disponible en: <https://www.elsolucionario.download/cKEef>.
- ASOCEM, 2016. *ASOCEM (Asociación de productores de concreto)* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru>.
- BIRIANE AND BARBACHI, 2020. State-of-the-art review on recycled mussel shell waste in concrete and mortar. *2021*, pp. 10. DOI 10.1007/s41062-020-00394-9.
- CAMBA, MIER, CARRAL, LAMAS, ÁLVAREZ, DÍAZ AND TARRÍO, 2021. Erosive degradation study of concrete augmented by mussel shells for marine construction. *Octubre de 2021*, vol. 9, pp. 20. ISSN 20771312. DOI 10.3390/jmse9101087.

- CHECA, 2017. *EL Litoral de Granada* [en línea]. España: s.n. Disponible en: <https://litoraldegranada.ugr.es/el-litoral/el-litoral-sumergido/fauna/moluscos/la-concha-de-los-moluscos/>.
- COLLANTES, 2017. *Estudio de las propiedades del concreto con adición de puzolana volcánica en Cajamarca* [en línea]. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/997>.
- DAVAMI, 2018. *Smartphone-based molecular sensing for advanced characterization of asphalt concrete materials*. United States: University of Missouri-Columbia.
- FIGUEROA, FUENTEALBA AND ZÚÑIGA, 2020. Effects on the Compressive Strength and Thermal Conductivity of Mass Concrete by the Replacement of Fine Aggregate by Mussel Shell Particulate. *18 de junio de 2020*, vol. 503, pp. 11. ISSN 17551307. DOI 10.1088/1755-1315/503/1/012070.
- GARCÍA, 2016. *Metodología de la investigación para administradores*. Colombia: Ediciones de la U. ISBN 978-958-762-527-1.
- GARCIA, XU AND PROBST, 2021. Development of concrete incorporating recycled aggregates, hydrated lime and natural volcanic pozzolan. *Noviembre de 2021*, vol. 6, pp. 16. ISSN 24123811. DOI [doi.org/10.3390/infrastructures6110155](https://doi.org/10.3390/infrastructures6110155).
- GUTIÉRREZ AND VLADIMIROVNA, 2016. *Estadística inferencial 1 para ingeniería y ciencias* [en línea]. Primera edición. México: Grupo editorial patria. ISBN 978-607-744-487-9. Disponible en: <https://www.elsolucionario.download/Fj41W>.
- HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ AND BAPTISTA, 2010. *Metodología de la investigación* [en línea]. Quinta edición. México: McGRAW-HILL. ISBN 978-607-15-0291-9. Disponible en: <https://www.elsolucionario.download/3ZB8c>.
- HOSSAIN, CAI, NG, XUAN AND YE, 2020. Sustainable natural pozzolana concrete – A comparative study on its environmental performance against concretes with other industrial by-products" by-products. *8 de febrero de 2021*, vol. 270, pp. 10. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.121429.
- LAREPUBLICA, 2021. *Larepublica* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2021/02/04/chiclayo-mala-infraestructura-del-pavimento-retraso-construccion-de-ciclovia-lrnd/>.
- LEJANO AND GAGAN, 2017. Optimization of compressive strength of concrete with pig-hair fibers as fiber reinforcement and green mussel shells as partial cement substitute. *2017*, vol. 12, pp. 8. ISSN 21862982. DOI 10.21660/2017.31.6528.
- MARTÍNEZ, GONZÁLEZ, CARRO AND MARTÍNEZ F., 2020. Effects of mussel shell aggregates on hygric behaviour of air lime mortar at different ages. *20 de agosto de 2020*, vol. 252. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.119113.
- MARTÍNEZ, GONZÁLEZ, CARRO AND MARTÍNEZ A., 2019. Design and properties of cement coating with mussel shell fine aggregate. *10 de agosto de 2019*, vol. 215. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2019.04.211.



- MARTÍNEZ, GONZÁLEZ, MARTÍNEZ F. AND CARRO, 2017. Performance of mussel shell as aggregate in plain concrete. *15 de mayo de 2017*, pp. 14. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2016.09.091.
- MCCORMAN AND BROWN, 2014. *Design of Reinforced Concrete* [en línea]. Ninth edition. United States: s.n. ISBN 978-1-118-12984-5. Disponible en: <https://www.elsolucionario.download/gQpfz>.
- MONTALVO, 2015. *Pavimento rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimento tradicionales*. S.l.: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- MORALES, R., 2006. *Diseño en concreto armado* [en línea]. Tercera edición. Perú: Fondo editorial ICG. Disponible en: [http://www.mediafire.com/file/4pjy0biru89fp32/DISE%25C3%2591O\\_EN\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf/file](http://www.mediafire.com/file/4pjy0biru89fp32/DISE%25C3%2591O_EN_CONCRETO_ARMADO.pdf/file).
- MTC/14, 2016. *MTC/14* [en línea]. 2016. S.l.: República del Perú. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/300304/d19601\\_opt.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/300304/d19601_opt.pdf).
- PECK AND DEVORE, 2012. *Statistics: Exploration and Analysis of Data* [en línea]. Seventh edition. United States: Cole, Cengage Learning. ISBN 13: 978-0-8400-5801-0. Disponible en: <https://www.elsolucionario.download/2uae0>.
- QASEM, ALMEKHLAFI AND YAHAYA, 2021. The effect of palm oil fuel clinker powder and cockleshell powder as cement replacement on durability properties of the concrete mortar. , pp. 8. DOI 10.1088/1755-1315/682/1/012037.
- RAHMA AND JOMAA, 2018. Modeling the cementitious effect of the Pozzolana on the compressive strength of concrete. *1 de enero de 2018*, vol. 5, pp. 14. ISSN 23311916. DOI 10.1080/23311916.2018.1548002.
- REHMAN, 2017. Performance of concrete blended with pozzolanic materials in marine environment. *9 August 2017*, vol. 120, pp. 9. ISSN 2261236X. DOI 10.1051/mateconf/201712003012.
- RUEDA, VEGA AND RÍOS, 2016. Effect of the use nickeliferous laterite and pumice as additives in the performance and durability of the Portland cement. *2016*, vol. 2016, pp. 11. ISSN 01206230. DOI 10.17533/udea.redin.n79a15.
- SÁNCHEZ, REYES AND MEJÍA, 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* [en línea]. Primera Edición. Perú: Bussiness Support Aneth S.R.L. ISBN 978-612-47351-4-1. Disponible en: <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>.
- TANG, NGUYEN, NGO, DANG, BULGAKOV AND BAZHENOVA, 2018. Effect of natural pozzolan on strength and temperature distribution of heavyweight concrete at early ages. *20 de agosto de 2018*, vol. 193, pp. 11. ISSN 2261236X. DOI 10.1051/mateconf/201819303024.

- VALDEZ AND HERRERA, 2018. *Evaluación de factores para la elaboración de briquetas a partir de conchas de mejillón (mytilidae), carbón vegetal y arcilla bentonita y su aplicación en la remoción de hg+2* [en línea]. Perú: Universidad Nacional de San Agustín. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/7534>.
- VILLATE AND CERNA, 2020. Resistance to axial compression of the concrete  $f'_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup>, adding pozzolana volcanic, Cajamarca 2019. 2020, pp. 8. ISSN 24146390. DOI 10.18687/LACCEI2020.1.1.442.
- WEBSTER, A., 2000. *Estadística aplicada a los negocios y a la economía* [en línea]. Tercera edición. Colombia: s.n. ISBN 958-41-0072-6. Disponible en: <https://www.elsolucionario.download/Exeof>.
- XLSEMANAL, 2019. *XLSEMANAL* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.xlsemanal.com/conocer/naturaleza/20190703/tipos-de-conchas-marinas-moluscos-mejillon-animales-mar.html#imagen-1>.
- ZEYAD AND ALMALKI, 2021. Role of particle size of natural pozzolanic materials of volcanic pumice: flow properties, strength, and permeability. *Enero de 2021*, vol. 14, pp. 11. ISSN 18667511. DOI 10.1007/s12517-020-06443-y.

## Anexos

### Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES VARIABLES INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA MEDICION
Concha de mejillón (CM)	(Valdez and Herrera 2018, p. 7 and 10), afirma que, de acuerdo al anuario estadístico de pesca emitido por el Ministerio de Producción, los mejillones o choros son los moluscos más abundantes en el litoral peruano, después de las conchas de abanico. Además, expresa que, la concha de mejillón en su composición presenta una gran cantidad de carbonato de calcita en toda su estructura, y a su capacidad de remover metales pesados en su forma de óxido de calcio, conocido como mejillón o choro, el cual pertenece a la línea de moluscos bivalvos los cuales son de gran interés gastronómico y económico.	Luego de obtener la concha de mejillón se realizará una limpieza para evitar algas, sales y otros elementos químicos. Luego se hará una evaluación de las propiedades y trituración para realizar el diseño de mezcla.	Dosificación	0, 5, 7.5, 10, 12.5, 15%	- Martillo de goma - Martillo comba - Tamices - Balanza - Recipientes de balanza - Molino triturador	ordinal
Puzolana (P)	(Villate and Cerna 2020, p. 1) argumenta que la puzolana es un material silíceo, además existen dos tipos de puzolanas, las naturales y las artificiales, silicio o silíceas – aluminosas, o una mezcla de uno y otro. La puzolana carece de propiedad hidráulica, pero al ser humedecido con agua el hidróxido de calcio se reactiva químicamente.	Luego de obtener la puzolana se realizará el tamizado y sus composiciones químicas y físicas para realizar el diseño de mezcla.	Dosificación	0, 5, 7.5, 10, 12.5, 15%	- Tamices - Balanza - Recipientes de balanza - Maquina de abrasión los ángeles	ordinal
VARIABLES DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICIÓN	ESCALA MEDICION
Resistencia a la concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup>	(McCorman and Brown 2014, p. 10), manifiesta que, la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) se evalúa mediante la rotura en la máquina universal de un espécimen cilíndrico de acuerdo a especificaciones normalizadas.  De acuerdo con (Abanto 2009, p. 51) la resistencia a compresión del hormigón es la máxima carga que soporta una unidad de área, antes de fallar por compresión.	Especímenes en moldes cilíndricos de concreto adicionando cochas de mejillón y puzolana.	Propiedades  Resistencia	-Trabajabilidad  - Curado a los 7, 14 y 28 días -kg/cm <sup>2</sup>	- Medidor de presión de aire atrapado en concreto fresco - Slump - Probeta cilíndrica de 6inx12in  - Maquina de Resistencia a la Compresión	ordinal
Resistencia a flexión del concreto de 210 kg/cm <sup>2</sup>	(McCorman and Brown 2014, p. 16), señala que el módulo de rotura está dado por la resistencia a tensión por flexión del concreto, se calcula al cargar una viga rectangular (probeta prismática) simple de 6 in x 6 in x 30 in a los dos tercios del claro, con apoyos simples, según la norma MTC14 en concordancia con la norma ASTM C78.	Especímenes en moldes prismáticos de concreto adicionando cochas de mejillón y puzolana.	Propiedades  Resistencia	- Trabajabilidad  - Curado a los 7, 14 y 28 días -kg/cm <sup>2</sup>	- Slump - Temperatura -Medidor de presión de aire atrapado en concreto fresco - Maquina de resistencia a la flexión	ordinal

*Fuente: Elaboración propia*

Anexo 2. Informe de la procedencia de la puzolana

**PANEL FOTOGRÁFICO DE ELBORACIÓN DE TESIS**



*Iniciando el proyecto tesis: Efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>*

## INFORME DE PUZOLANA

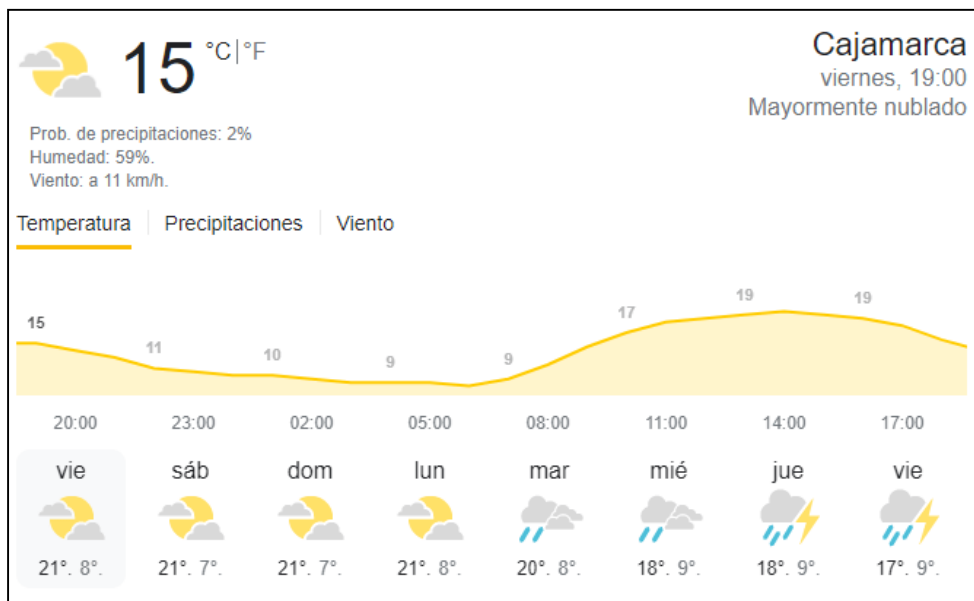
La recolección del material de puzolana para realizar la tesis fue ubicada en el departamento de Cajamarca distrito de Cajamarca donde se encontraba a una hora de la plaza de armas ubicando la cantera de su procedencia ya que en la localidad ubicada abunda a sus alrededores el material con la cual lo llamaban cantera y lo utilizaban para la elaboración de ladrillos artesanales.

### Descripción de procedencia de puzolana

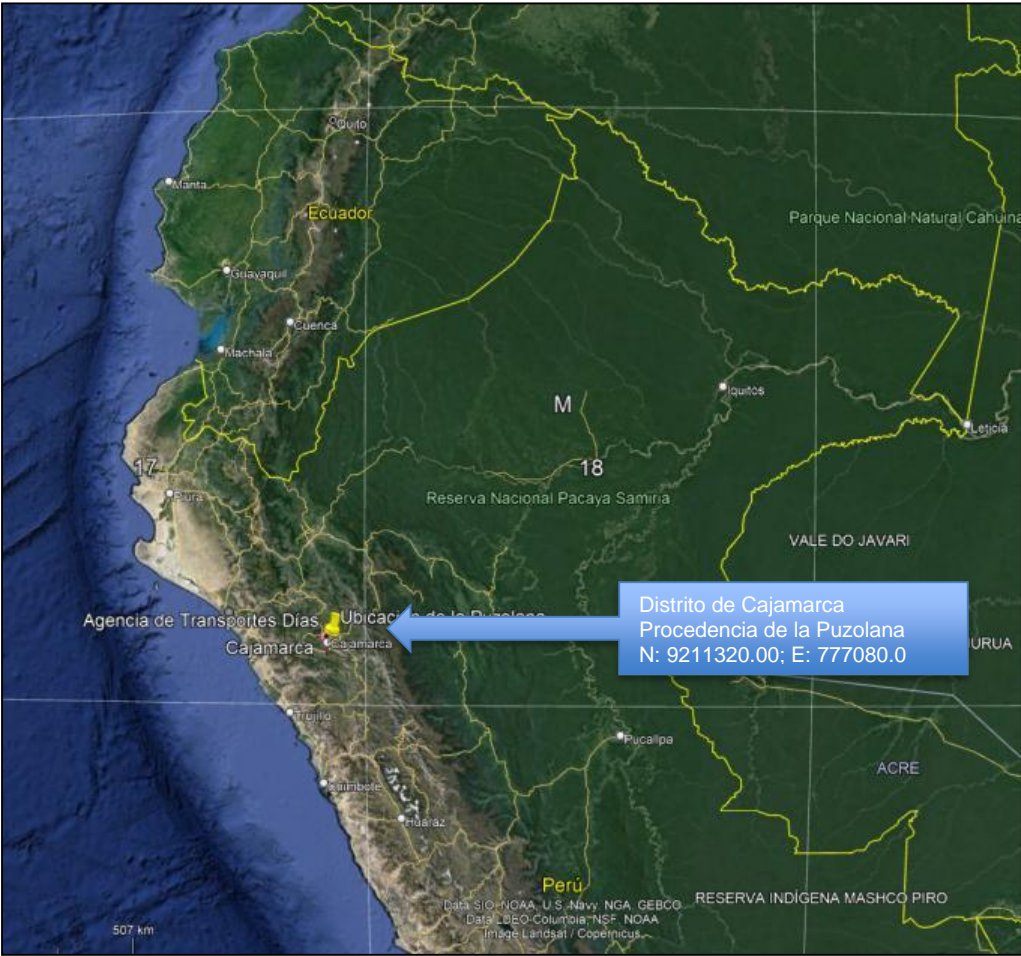
#### Ubicación del material para la elaboración de la tesis

- Departamento : Cajamarca
- Distrito : Cajamarca
- Provincia : Cajamarca
- Lugar : Bajo Otuzco
- Coordenadas UTM : N: 9211320.00; E: 777080.0. zona 17
- Distancia a la agencia transportes Días: 8600 ml

#### Clima y temperatura de la localidad:



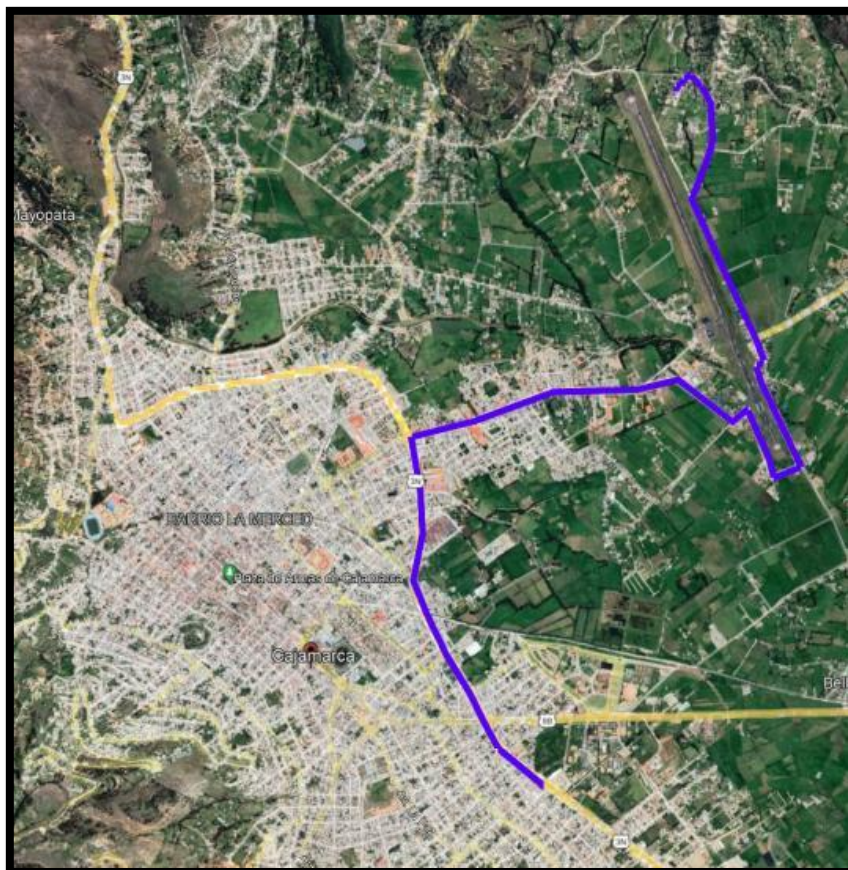
**Plano de ubicación:**



**Plano de localización:**



**Plano de rutas con respecto a la plaza de armas:**



**Referencias de la tesis de pregrado relacionado:**

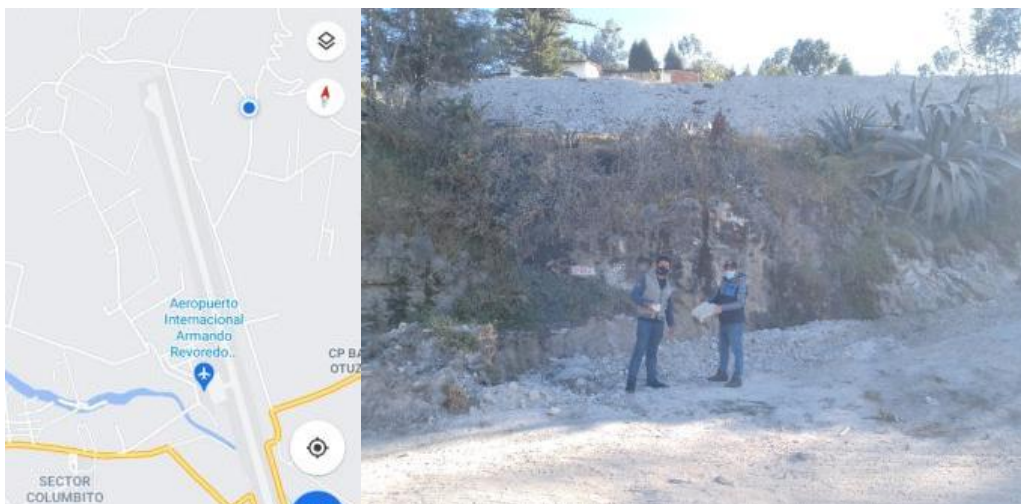
### Datos del autor del artículo indexado:

- Nombre y Apellidos : Ing. Collantes Quispe Elmer
- Teléfono : 990461484
- Departamento : Cajamarca
- Distrito : Cajamarca
- Provincia : Cajamarca

### Procedimiento elaborado para el uso de la puzolana

- Triturado: máquina de abrasión conocida como máquina de los ángeles.
- Tamizado: malla N°200.
- Temperatura de secado:  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .
- Duración de secado en el horno artesanal de una panadería: 24 horas.
- Kilos recolectados y tamizados: 100 kg.

### Ubicación donde se obtuvo la puzolana:





Recolección de puzolana, en 4 sacos de 50 kg y trasladado en la agencia Días, de Cajamarca – Chiclayo.



La puzolana en su estado natural su estructura es sólida con un peso liviano y su compostura no tan rígida fácil de romper ya que la maquinaria como la retro excavadora son el cucharon lo reventaba en partículas pequeñas para que sea trabajable y los que adquirirían el producto lo chancaban con el pico o palana para convertirlo en tierra para su elaboración de ladrillos.



*El material fue sometido a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  por 24 horas con el fin de ser secado y pueda pasar por la malla N°200, por lo cual este procedimiento fue*

realizado ya que en la localidad el material estuvo húmedo ya que en el lugar de procedencia su ambiente es húmedo.



Acá vemos la máquina de los ángeles o máquina de abrasión la cual reutilizamos el sobrante, que no paso por la malla N°200 para someterlo a la trituración de sí misma y así poder reutilizar la puzolana en un estado más fino que cumpla con el propósito del material a utilizar.



Obteniendo el conocimiento de lo investigado en los artículos indexados dime como conclusión de las redacciones de varios artículos que tamizaron la puzolana con el tamiz N°200, para obtener una buena finura y tendrá una buena complejidad con la finura del cemento.



### *Anexo 3. Informe del lugar de procedencia de la concha de mejillón*

#### **INFORME DE CONCHA DE MEJILLÓN**

La recolección de conchas de mejillón se realizó en la localidad del distrito de Santa Rosa provincia de Chiclayo, ubicado en el terminal pesquero de la localidad obteniendo las conchas en su estado fresco. Posteriormente se procedió al secado y triturado para obtener la finura del agregado fino o arena gruesa, la cual será sometida los siguientes pasos y procedimientos:

- Paso 01: se realizó el lavado con detergente y escobilla para retirar la parte orgánica.
- Paso 02: se sometió al secado a temperatura ambiente con cielo abierto por 7 días.
- Paso 03: se sometió a un secado a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  en un horno artesanal de panadería, en bandejas metálicas con un tiempo de 24 horas.
- Paso 04: se trituraron las conchas de mejillón al salir de horno, con comba de 3 libras para reducir tamaño de las conchas de mejillón.

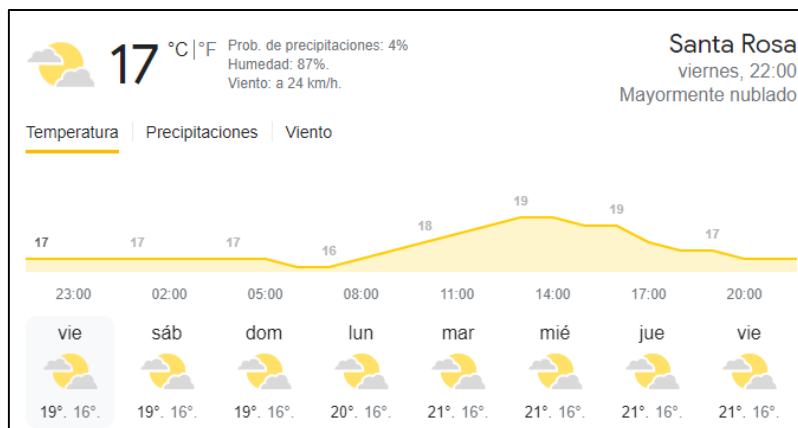
- Paso 05: se usó una máquina trituradora de maíz, sin usar la zaranda interna de la máquina de tal manera que tenga la proporción de finura adecuada para usarlo como material en el proceso de diseño del concreto a experimentar.

### Descripción de procedencia de concha de mejillón

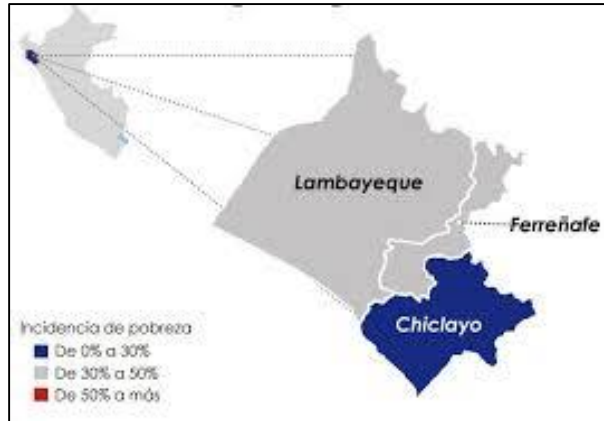
#### Ubicación del material para la elaboración de la tesis

- Departamento : Lambayeque
- Distrito : Chiclayo
- Provincia : Santa Rosa
- Lugar : Terminal pesquero terrestre
- Coordenadas UTM : 9240136.05 m S; 618605.13 m E

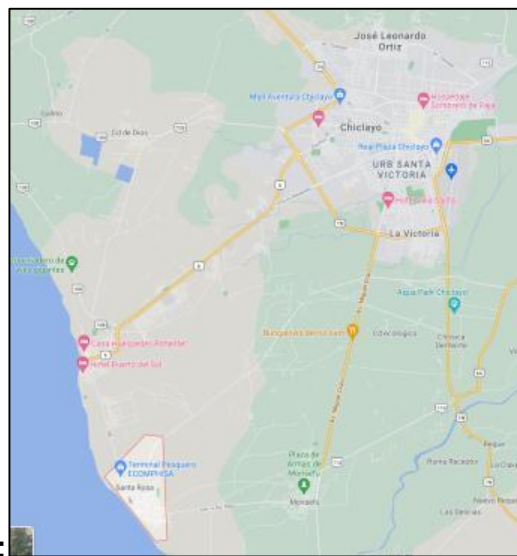
#### Clima y temperatura de la localidad:



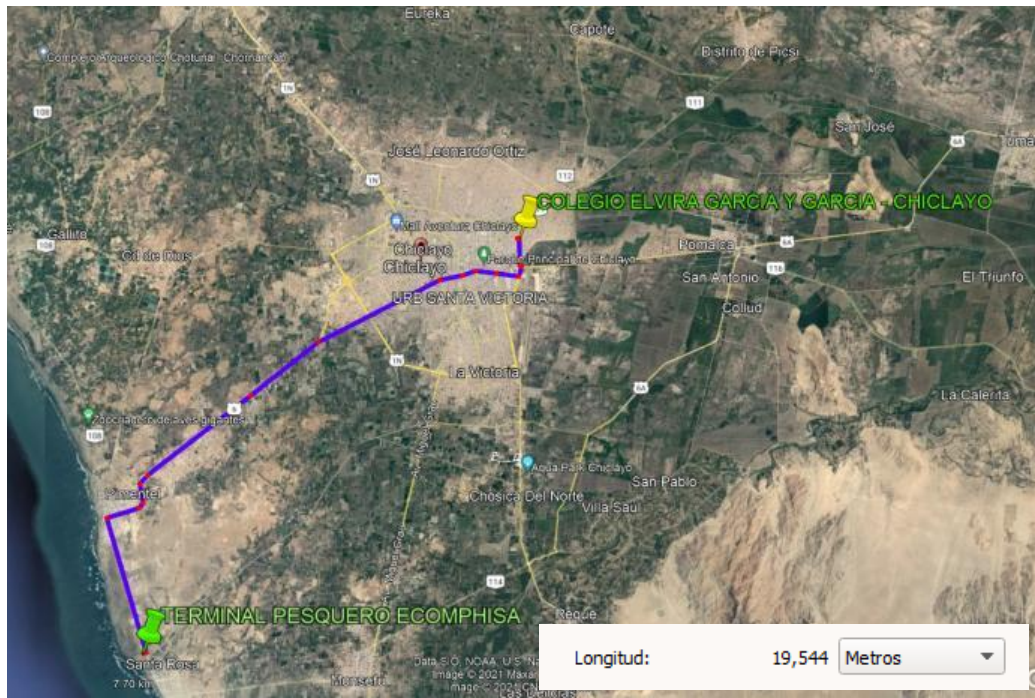
#### Plano de ubicación:



**Plano de localización**



**Plano de rutas con respecto al Colegio Elvira García y García, Chiclayo al distrito de Santa Rosa (Terminal Pesquero ECOMPHISA): Plano de rutas con respecto a la plaza de armas de ciudad de Santa Rosa:**



*Recolección de conchas de mejillón*



*Lavado y secado a temperatura ambiente de las conchas de mejillón*

### **Preparación de la concha de mejillón**

- ✓ Se realizó la recolección de residuos de caparazón de conchas de mejillón en la ciudad de Santa Rosa ubicada en el distrito de Chiclayo en el departamento de Lambayeque.
- ✓ Antes de moler, las conchas de mejillón fueron lavadas con agua con la finalidad de eliminar los residuos orgánicos en su superficie.
- ✓ Luego se secaron a temperatura ambiente por 72 horas.
- ✓ Después se secaron en horno artesanal de panadería a una temperatura uniforme de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  durante 4 horas.
- ✓ Posteriormente el caparazón de las conchas fue triturado en una máquina de molienda de arroz.
- ✓ Luego se deshidrato en horno artesanal a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas, con el fin de eliminar el contenido de agua y activar la sílice.
- ✓ Se realizó el tamizado por la malla N°8, de tal manera que se obtenga el tamaño similar de la partícula del agregado fino.
- ✓ Según la investigación que se realizó en los artículos indexados internacionales, al reemplazar el 8% de concha de mejillón al agregado fino, se aumente la resistencia a compresión de concreto, por lo cual se considera un rango de reemplazo de 5 hasta 15%.



*Lavado y desarenado con detergente y escobilla*



*Traslado de conchas de mejillón del terminal de Santa Rosa a Chiclayo*



*Las conchas de mejillón fueron lavadas y secadas a temperatura ambiente*





*Colocación al horno a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  por 6 horas*



*Colocación al horno a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  por 24 horas*



*Molino donde fue realizado la trituación de las conchas de mejillon*



*Trituración de conchas de mejillón en partículas de la arena gruesa*

#### Anexo 4. Informe de caracterización de los agregados para el diseño de mezcla

### **INFORME DE AGREGADOS EN ENSAYOS PRELIMINARES**

## **1. Localización y procedencia de los agregados fino y agregado grueso**

### **1.1. Ubicación geográfica de la investigación**

La presente investigación se ejecutó en el laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L. – Lems W&C E.I.R.L. que se encuentra ubicada en prolongación Bolognesi km. 3.5 – Pimentel – Chiclayo – Lambayeque – Perú.

*Figura 15. Ubicación del laboratorio de ensayos de materiales y suelos W&C E.I.R.L.*



*Fuente: Google Earth*

### **1.2. Cantera de proveedora de agregados**

Las canteras proveedoras de agregados se seleccionaron conforme estipula las NTP. El agregado fino se adquirió de la cantera Pátapo la Victoria, la cual se localiza en el km 4 de la carretera a Chongoyape, Caserío las canteras Pátapo provincia de Chiclayo (a 31km de Chiclayo), en el departamento de Lambayeque, cuyo representante legal es el sr. Germain Tapia Sánchez, con coordenadas geográficas 6°43'41" de latitud sur y de 79°35'59" de latitud norte, teniendo una potencia estimada de 11 942.34 m<sup>3</sup>.

*Figura 16. Ubicación de la cantera Pátapo La Victoria*



*Fuente: Google Earth*

La adquisición del agregado grueso se realizó de la cantera Pacherez, localizada en el valle Chancay de Pucalá, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, teniendo una expansión alrededor de 100 hectáreas. Aproximadamente a 1 km al sur del Centro Poblado Pacherez, con coordenadas geográficas 6°47'23'' de latitud sur y de 79°31'38'' latitud oeste.

*Figura 17. Ubicación de la cantera Pacherez*



*Fuente: Google Earth*

## 2. Características de los agregados para el concreto

### 2.1. Características mecánicas y físicas

Del 70% al 75% del volumen de la masa endurecida del concreto representa el agregado fino y el agregado grueso, por lo que sus propiedades y características son de gran importancia para la obtención de un concreto óptimo, por lo cual el estudio de sus características físicas y mecánicas es esenciales para el diseño de mezcla del hormigón, las cuales serán contrastadas con los parámetros constituidos por las normas técnicas peruanas en concordancia con las normas ASTM.

### 2.2. Extracción en la preparación de muestras de los agregados

La norma ASTM D75 y su equivalente con la norma NTP 400.010 - 2011 (revisada el 2016), son necesarias para realizar una correcta obtención y preparación de las muestras de los agregados acopiados en pilas. Procedimiento. Se particionó la pila en tres secciones horizontales de donde se extrajo muestras de la parte frontal, de la parte posterior y de las partes laterales de la pila, de tal manera de acumular la cantidad que se llevará al laboratorio. Para la extracción de la muestra del agregado fino, no se tomará en cuenta la capa superficial del material segregado. La siguiente tabla establece las cantidades adecuadas para el análisis granulométrico y sus correspondientes ensayos.

Tabla 17. Medida de las muestras

Tamaño agregado	Masa de la muestra de campo, min. Kg (lb)	Muestra de campo Volumen, min L (Gal)
	Agregado fino	
2,36 mm [N°8]	10[22]	8[2]
4,75 mm [N°4]	10[22]	8[2]
	Agregado grueso	
9,5 mm [3/8 in.]	10[22]	8[2]
12,5 mm [1/2 in.]	15[35]	12[3]
19,0 mm [3/4 in.]	25[55]	20[5]
25,0 mm [3/8 in.]	50[110]	40[10]
37,5 mm [1 1/2 in.]	75[165]	60[15]
50,00 mm [2 in.]	100[220]	80[21]
63,00 mm [2 1/2 in.]	125[275]	100[26]
75,00 mm [3 in.]	150[330]	120[32]
90,00 mm [3 1/2 in.]	175[385]	140[37]

Fuente: NTP 400.010 – 2011, p. 13 and 14

### 2.2.1. Reducción de agregados al ensayo a la muestra en su tamaño

La norma NPT 400.043 la cual está basada en la norma ASTM C702 establece el proceso para reducir la muestra de los agregados a tamaños de prueba con la menor variación posible en sus características medidas, obteniendo muestras representativas. Se siguió el siguiente procedimiento utilizando el método de cuarteo.

#### ✓ *Procedimiento*

La muestra original fue colocado en área libre de impurezas, dura y nivelada, luego se batió por 3 oportunidades el material apilándolo de forma cónica, procediéndose a presionar ligeramente hasta que el material tenga una forma circular, donde el diámetro tiene que ser de 4 a 8 veces el espesor. En enseguida se particionó en 4 partes iguales, tomándose las dos secciones circulares opuestas, repitiéndose el ensayo hasta obtener la cantidad necesaria para los ensayos posteriores.

### 2.2.2. Granulometría de los agregados

#### ✓ **Granulometría del agregado fino**

La arena gruesa debe tener una gradación adecuada la cual debe estar comprendida en los límites establecidos según la norma NTP 400.037 en concordancia con la norma ASTM C33.

Tabla 18. Equivalente para el agregado fino en su granulometría.

<b>Tamiz</b>	<b>% que pasa</b>
9.5 mm (3/8 in)	100
4.75 mm (N°4)	95 a 100
2.36 mm (N°8)	80 a 100
1.18 mm (N°16)	50 a 85
600 µm (N°30)	25 a 60
300 µm (N°50)	05 a 30
150 µm (N°100)	0 a 10300 µm

*Fuente: NTP 400.037 – 2014, p. 14*

El módulo de finura debe variar desde 2.3 hasta 3.1. Además la norma utilizada permite el uso en el agregado que no satisfacen

las especificaciones de gradación, siempre y cuando se haya realizado estudios que compruebe que dicho material produzca un hormigón con la resistencia solicitada.

✓ **Granulometría del agregado grueso**

La gradación del agregado grueso debe satisfacer los requisitos según los usos indicados en la norma NTP 400.037, la cual está basado en la norma ASTM C33.

Tabla 19. Requisitos granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3 ½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 ½ in.)	50 mm (2 in.)	37,5 mm (1 ½ in.)	25,0 mm	19,0 mm (¾ in.)	12,5 mm (½ in.)	9,5 mm (3/8 in.)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ in. a 1 ½ in.)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ in. a 1 ½ in.)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	
3	50 mm a 25,0 mm (2 in. a 1 in.)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	
357	50 mm a 4,75 mm (2 in. a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	
4	37,5 mm a 19,0 mm (1½ in. a ¾ in.)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ in. a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	
5	25,0 mm a 12,5mm (1 in. a ½ in.)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 in. a 3/8 in.)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	
57	25,0 mm a 4,75mm (1in. a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾ in. a 3/8 in.)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	
67	19,0 mm a 4 mm (¾ in. a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	
7	12,5 mm a 4,75 mm (½ in. a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 in. a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	12,5 mm a 9,5 mm (½ in. a 3/8 in.)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	
9A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	

Fuente: NTP 400.037 – 2014, p. 19



Se permite el uso de agregado grueso que no satisface con los requerimientos indicados en la norma, si existen estudios que compruebe que el material produzca un concreto con la resistencia solicitada.

### 2.2.3. Análisis Granulométrico de agregados

La norma NTP 400.012 basada en la norma ASTM C136, describe el procedimiento de los ensayos granulométricos por tamizado para determinar la repartición de las partículas de los agregados. El análisis granulométrico, se trata de particionar la masa del agregado en fracciones de igual tamaño, haciendo pasar el agregado por una serie graduada de tamices como especifica la norma.

- ✓ *Equipo*
  - ✓ **Balanzas:** las balanzas empleadas para los ensayos de agregado fino, grueso y global debe contar con una buena aproximación y exactitud. En el caso del agregado fino tienen que tener una exactitud de 0.1% de la masa de la muestra considerada y una aproximación de 0.1g. Respecto al agregado grueso y global, tiene que contar con una exactitud y aproximación de 0.5g o 0.1% de la masa de la muestra considerada.
  - ✓ **Tamices:** juego de tamices que cumplan con las especificaciones de NTP 350.001 en concordancia con ASTM E11. Para evitar la pérdida de material durante el ensayo, los tamices serán montados sobre armadura. Para el tamizado del agregado fino se utilizó los siguiente tamices: *N°4, N8, N°16, N°30, N°50 y N°100*, mientras que para el agregado grueso se usó: *1 1/2 in, 1in, 3/4 in, 1/2 in, 3/8 in, N°4 y N°8*.
  - ✓ **Horno:** horno de dimensiones apropiadas y que sea apto para conservar una temperatura uniforme de  $110^{\circ} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
  - ✓ **Accesorios y herramientas:** bandeja metálica, escobilla, cucharón y recipientes.

✓ **Preparación de la muestra**

Se secó el agregado fino y se consideró 300 gramos para el ensayo, respecto a la cantidad de muestra para el agregado grueso después del secado, se utilizó según corresponda a la siguiente tabla.

*Tabla 20. Cantidad mínima del agregado grueso o global*

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

*Fuente: NTP 400.12 – 2013 (revisada el 2018), p. 19*

✓ **Procedimiento**

1. Se particionó el agregado hasta obtener una muestra para el ensayo que sea representativa.
2. Se procedió al secado de la muestra a masa constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
3. Se continuó con el armado de los tamices a emplear en forma descendente respecto a las aberturas, terminando en el fondo, para luego colocar en el tamiz superior la muestra y se tapó bien; procediéndose a agitar los tamices a mano.
4. Para que cada una de las partículas tenga la misma probabilidad de alcanzar la abertura durante el tamizado, se restringió la cantidad de material usado.
5. Se previno la sobrecarga de material individualmente sobre cada tamiz.

6. Dándose por finalizado el tamizado, si no pasa material más del 1% de la masa retenida por el tamiz, durante 1 minuto.
7. Se registró la cantidad de masa que se retuvo en cada tamiz.
8. Se verificó la masa total del material con la masa que se retuvo en cada tamiz. Si en caso hay una diferencia de más del 0.3% en comparación con la masa seca original, entonces se considera que el resultado no es válido.

#### **2.2.4. Tamaño máximo nominal**

El tamaño máximo nominal viene a ser lo que corresponde al menor tamiz de la serie en el que se produce el primer retenido entre el 5% al 10%, la cual está en base a lo estipulado por la norma NTP 400.037 y en correspondencia con ASTM C33.

#### **2.2.5. Módulo de finura**

El factor obtenido de la suma de los porcentajes acumulados del material en cada uno de los tamices de la serie especificada entre 100, viene a ser el módulo de finura, según lo indicado en la norma NTP 400.011 la cual está basada en la norma ASTM D75.

#### **2.2.6. Peso específico (densidad relativa) y absorción**

La descripción del proceso que se tiene que seguir para determinar el peso específico y absorción del agregado fino y del agregado grueso, está establecido en la norma NTP 400.021 y NTP 400.022.

#### **2.2.7. Peso específico y absorción del agregado grueso**

La descripción del presente ensayo se encuentra en la norma NTP 400.021 y su equivalente con la norma ASTM C127.

##### *✓ Equipo*

- Balanza: dispositivo sensible, fácil de leer con una precisión de 0.05% de la carga de la muestra o 0,5g. La balanza deberá estar equipada con un aparato para suspender el recipiente de la

muestra en el agua, desde el centro de la plataforma.

- Recipiente para muestra: canastilla de alambre de 3.35 mm (N°6) o de malla fina, con una capacidad de 4 a 7 litros.
- Tanque para agua: depósito hermético, en el que es colocado el recipiente con la muestra mientras es suspendido debajo de la balanza.
- Tamiz: tamiz de 4.75 mm (N°4) conforme a la norma NTP 350.001.
- Estufa: una estufa u horno con las dimensiones adecuadas y que sea capaz de mantener la temperatura constante de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

✓ *Procedimiento*

1. Se secó la muestra para el ensayo en una estufa hasta tener una masa constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , luego se dejó enfriar a temperatura ambiente de 2 horas. Posteriormente se sumergió el agregado en agua a una temperatura ambiente durante 24h.
2. Se retiró la muestra del agua y se secó las partículas rodándolas sobre un paño absorbente grande (franela) hasta que se elimine el agua superficialmente visible.
3. A continuación, se procedió a determinar la masa de la muestra de ensayo en estado saturado con superficie seca.
4. Luego de determinar de la masa en aire, la muestra de ensayo se colocó en el interior de la canastilla metálica y se determinó la masa sumergida en el agua a  $24.5^{\circ}\text{C}$ .
5. Se secó la muestra en la estufa hasta una masa constante a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , luego

se dejó enfriar al aire a una temperatura ambiente durante 2 horas para posteriormente determinar la masa de la muestra en estado seco.

✓ *Cálculo*

- Densidad relativa (seca al horno)

$$\text{Densidad relativa (OD)} = A / (B - C)$$

Donde:

*A*: Masa en el aire de la muestra seca en la estufa, en gramos.

*B*: Masa en el aire de la muestra saturada con superficie seca, en gramos.

*C*: Masa sumergida en el agua de la muestra saturada, en gramos.

- Densidad relativa en estado saturado superficialmente seco

$$\text{Densidad relativa (SSD)} = B / (B - C)$$

- Densidad relativa aparente

$$\text{Densidad relativa aparente} = A / (A - C)$$

- Absorción

$$\text{Absorción \%} = 100 \left[ \frac{(B - A)}{A} \right]$$

**2.2.8. Peso específico y absorción del agregado fino**

La norma NTP 400.022 – 2013 y su equivalencia con la norma ASTM C 128 establecen la elaboración para la determinación del ensayo de densidad relativa y absorción de la arena gruesa.

✓ *Equipo*

- Balanza/ báscula: con capacidad de 1 kg, con una sensibilidad a 0.1 gramos o menos y precisión de 0.1% de la carga de ensayo.

- Picnómetro: un frasco de vidrio de 500 cm<sup>3</sup>, donde el contenido volumétrico está calibrado hasta  $\pm 0,1$  cm<sup>3</sup>.
- Molde con barrilla que sirve para compactar (ensayo superficial de humedad): molde o recipiente metálico que su forma es tronco de cono, con diámetro interno en su parte superior de 40 mm  $\pm$  3 mm y con diámetro interior de la parte inferior de 90 mm  $\pm$  3 mm y con una altura de 75 mm  $\pm$  3 mm; la barra compactadora con una masa de 340 g  $\pm$  15 g y una cara plana circular de apisonamiento de 25 mm  $\pm$  3 mm de diámetro.
- Secador de cabello.
- Estufa o cocina; capaz equilibrar una temperatura constante de 110°C  $\pm$  5°C.

✓ *Procedimiento*

- Se llenó parcialmente el picnómetro con agua, aproximadamente 150 ml. Posteriormente se adicionó en el picnómetro 500g de agregado fino en estado en proceso saturado con superficie seca, luego se procedió a llenar con agua adicional hasta aproximadamente el 90% de la capacidad del picnómetro.
- Se agitó el picnómetro manualmente aproximadamente unos 15 minutos, rodando, invirtiendo y agitando el picnómetro hasta eliminar todas las burbujas con contenido de aire que se encuentren visibles.
- Se adecuó la temperatura del picnómetro y su contenido a 23°C, después extraer las burbujas de contenido de aire.
- Se removió el agregado fino del picnómetro, luego se secó a masa constante a una temperatura de

110°C ± 5°C, posteriormente se dejó enfriar al aire la muestra a temperatura ambiente durante 1 hora y determinó la masa de la muestra en estado seco.

- En el picnómetro se llena a una capacidad que indica el recipiente de calibración con agua a una temperatura de 23°C.
- Se determinó la absorción, usando una parte del material separada de 500 gramos. del agregado fino en estado saturado superficialmente seco, procediéndose a secar a masa constante y se determinó la masa de la muestra en estado seco.

✓ *Cálculo*

- densidad relativa (seca al horno)

$$\text{Densidad relativa} = A / (B + S - C)$$

Donde:

A: Masa de la muestra seca al horno, en gramos.

B: Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración, en gramos.

C: Masa del picnómetro llenado con el material y agua hasta el indicador de calibración, en gramos.

S: Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco, en gramos.

- Densidad relativa en estado saturado superficialmente seco

$$\text{Densidad relativa (SSD)} = S / (B + S - C)$$

- Densidad relativa aparente

$$\text{Densidad relativa aparente} = A / (A + B - C)$$

- Absorción

$$\text{Absorción \%} = 100[(S - A)/A]$$

### 2.2.9. Peso unitario

La norma NTP 400.017–2011 y su equivalente con la norma ASTM C29, nos detalla la determinación en la densidad de masa o peso unitario en el agregado fino, grueso o mezclados de ambos, en estado suelto o compactado. Este ensayo es aplicable para aquellos agregados que no excedan los 125mm (5 in) de tamaño superior nominal.

#### ✓ Equipos

- Balanza: una balanza con graduación de por lo menos 0.05 kg y que permita leer con exactitud de 0,1% de la carga de ensayo en cualquier punto dentro del intervalo de uso.
- Varilla de apisonado: una varilla lisa de acero, redondeada de 16 mm (5/8 in) de diámetro y con una longitud aproximada de 600 mm (24 in), donde un extremo o ambos debe tener ser forma semiesférico con 16 mm (5/8 in) de diámetro.
- Recipiente: un medidor o recipiente cilíndrico de metal, con una altura aproximada igual al diámetro, donde la altura no tiene que ser menor del 80% ni más del 150% del diámetro.
- Pala o cucharón: que sirve para el llenado del concreto.

#### ✓ Muestra de ensayo

Se requiere una muestra que sea de 125% a 200% de la cantidad que se requiere para llenar el recipiente.

#### ✓ Procedimiento de apisonado

- Se llenó el medidor hasta la tercera parte y se niveló superficialmente con los dedos.



- Se golpeó uniformemente con la varilla compactadora 25 veces, sin golpear el fondo.
  - Luego se llenó el medidor a dos tercios del total, nivelándose y compactando como se hizo anteriormente, los golpes deben penetrar 25 mm (1 in) dentro de la mezcla aplicada anterior.
  - Finalmente se llenó el medidor y se compactó como se indicó anteriormente.
  - Se procedió a nivelar la superficie con una espátula.
  - Se determinó la masa del medidor más su contenido, la masa del medidor vacío, con una exactitud de 0.05 kg.
  - Por último, se procedió a determinar el contenido de humedad.
- ✓ Procedimiento para peso suelto
- Se llenó la olla con un cucharón, con una altura de 0.05 cm por el borde superior de medido.
  - Se niveló la superficie del agregado con una varilla de forma tal que las partículas más grandes del agregado grueso equilibre los vacíos mayores que están por debajo de la parte superior del medidor.
  - Se determinó la masa del medidor más su contenido, la masa del frasco vacío con una exactitud de 0.05 kg.
  - Por último, se procedió a determinación del contenido de humedad.
- ✓ Cálculo
- Densidad de masa en estado húmedo
- $$M = (G - T) / V$$
- Donde:

$M$ : Densidad de masa del agregado, en  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

$G$ : Masa del medidor y la muestra húmeda, en kg.

$T$ : Masa del medidor, en kg.

$V$ : Volumen del medidor, en  $\text{m}^3$ .

- Densidad de masa seca

$$M_{SSS} = M_S [1 + A/100]$$

Donde:

$M_S$ : Densidad en masa del agregado seco, en  $\text{kg}/\text{m}^3$ .

$A$ : % de absorción.

## 2.2.10. Concreto en estado fresco – preparación de mezcla

### ✓ Equipos

- Mezcladora: para obtener mejores resultados en la mezcla del concreto, el tambor de la mezcladora debe girar entre 20 a 25 RPM, con un motor eléctrico de 1725/1800 RPM, utilizando una polea de tipo V, sección de banda A y de 2 in de diámetro.
- Cronómetro: para ver los tiempos de mezclado.
- Plancha de batir, badilejo y cucharón.

### ✓ Muestra de agregados

- Cemento portland tipo I Pacasmayo.
- Agua de la zona (potable).
- Agregado con determinaciones fino.
- Agregado con determinaciones grueso.
- Concha de mejillón (sustituyendo parcialmente al agregado fino)
- Puzolana (sustituyendo parcialmente al cemento)

### ✓ Procedimiento

- Se humedeció el tambor vacío de la mezcladora con agua que no está considerado en el diseño.
- Se colocó los agregados grueso y fino con aproximadamente el 50% del agua de diseño. Se

hace funcionar la mezcladora por 10 segundos, se apaga y luego se adiciona cemento con una porción de agua de diseño.

- En seguida se mezcla del concreto por 3 minutos luego se dejó reposar con el trompo apagado por 3 minutos y se hizo funcionar finalmente por un tiempo de 2 minutos.

### **2.2.11. Concreto en estado fresco – temperatura**

Según la norma técnica NTP 339.184 en concordancia con la norma técnica ASTM C1064, establece el procedimiento para la determinación de °C de concreto en estado fresco.

#### ✓ *Equipo*

- Recipiente: el recipiente debe ser de un componente no absorbente y amplio, no menos 75mm (3in) de concreto en todo el molde alrededor de sensor del dispositivo, la cantidad de concreto debe tener como mínimo tres veces el tamaño máximo del agregado grueso.
- La herramienta de temperatura: es un dispositivo con una exactitud de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , variando en el rango de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ . El dispositivo requerirá una inmersión de 75 mm (3 in) o menos.

#### ✓ *Muestra*

La temperatura puede indicar en el equipo de transporte, si el aparato no menor 75 mm (3 in) de concreto en todas las direcciones.

#### ✓ *Procedimiento*

- Se utilizó como contenedor no absorbente al tambor de la mezcladora, ya que provee 75 mm (3 in) de concreto alrededor del dispositivo en todas las direcciones.
- Se utilizó el termómetro con precisión de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ , en un intervalo de  $0^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ .

- Se colocó el termómetro dentro de la mezcla cubriendo el detector con un mínimo de 75 mm (3in) en todas las direcciones.
- Se procedió a registrar la temperatura después de 3 minutos, de tal manera que la lectura sea constante.

✓ *Cálculo*

Registrar la temperatura con una precisión de  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

### **2.2.12. Concreto su estado fresco – Revenimiento o Slump**

La norma técnica NTP 339.035 - 2009 basada en la norma técnica ASTM C143, establece el procedimiento para la prueba del asentamiento o Slump para la elaboración del concreto de cemento Portland, tanto en campo como en laboratorio de esta manera demuestra la consistencia en la mezcla del concreto en su estado fresco.

✓ *Equipo*

- Mezcladora: para elaboración del concreto.
- Cono de revenimiento: cono rígido de metal, inatacable por el concreto, de forma de cono truncado, con un grosor de la lámina es 1.14mm (0.045in), el diámetro de la base mayor es  $203 \pm 2 \text{ mm}$  ( $8 \text{ in} \pm 1/8 \text{ in}$ ), de diámetro en la base menor de  $102 \pm 2 \text{ mm}$  ( $4 \text{ in} \pm 1/8 \text{ in}$ ) y con una altura de  $305 \pm 2 \text{ mm}$  ( $12 \text{ in} \pm 1/8 \text{ in}$ ). El cono está provisto de dos estribos de poyo para los pies y dos manijas para levantarlo, la parte interior debe estar en perfecto estado sin abolladuras, la superficie lisa y sin protuberancias o remaches.
- Varilla de compactación: varilla de acero, recta, lisa de 16mm (5/8in) de diámetro y 600mm (24in) de longitud aproximadamente, con uno de los extremos de forma semiesférica del mismo diámetro que la barra.

- Placa metálica: de material no corrosible y no absorbente, plana y rígida; de dimensiones adecuadas de tal manera que al ser colocada horizontalmente exista una superficie donde ubicar el cono de revenimiento en forma vertical.
- Wincha: con presión de 1 *mm*.
- Cucharón: para material aproximado de 1 litro.
- Guantes: de látex hule u otro compuesto no absorbente de tal manera que resista a los componentes del cemento.

✓ *Muestra de ensayo*

La muestra utilizada debe es representativa del concreto hidráulico, con forme a la norma NTP 339.036 basado en la norma ASTM C172 y MTC 701 basado con la norma ASTM C172 y la norma AASHTO T141.

✓ *Procedimiento*

- Se humedeció la parte interna del cono de revenimiento (cono de Abrams) y se apoyó sobre la placa metálica, la cual fue previamente humedecida.
- El operador mantuvo firme su lugar apoyando firmemente los pies sobre los apoyos que tiene el molde, para luego proceder a llenarlo.
- Se llenó el molde en tres etapas de aproximadamente la misma capacidad de espesor, compactando cada capa con 25 golpes de la varilla distribuidas de forma uniforme sobre su sección, teniendo en cuenta lo siguiente:
  - La varilla se introduce por su extremo redondeado
  - En la compactación de la primera etapa, aproximadamente el 50% de los golpes con la varilla se hizo cerca de las paredes del cono y luego se varilló verticalmente en forma de espiral.

- La segunda y la tercera capa se compactó alrededor de su espesor de tal manera que la varilla ingrese 5 cm la capa anterior.
- La última etapa se llenó con un ligero excedente de mezcla por encima del borde superior del cono y luego se compacta como se indicó en el paso anterior.
  - Después de terminar la compactación se enrasó el concreto, enrasando la varilla sobre el borde superior del molde.
  - Se limpió la superficie exterior de la base y rápidamente se levantó lentamente el molde verticalmente, con sumo cuidado, sin movimientos laterales o torsionales.
  - El ensayo de revenimiento se debe comenzar a lo mucho 5 minutos después de tomar la muestra.

✓ *Cálculo*

Inmediatamente después se midió el revenimiento del concreto hidráulico en estado fresco, calculando la diferencia de alturas de la base superior del cono con el centro desplazado de la superficie superior del espécimen.

**2.2.13. Concreto en estado fresco – ensayo de masa unitaria y contenido de aire atrapado**

Según la norma técnica NTP 339.080 basada en la norma ASTM C231, este ensayo nos determina la cantidad de aire atrapado en una muestra de concreto en estado fresco, el cual se expresa en porcentajes; usando un procedimiento de presión.

✓ *Equipos*

- Medidor de aire (olla de Washington): olla de Washington, el cual debe contar con un manómetro que registra de forma directa el contenido de aire, en porcentaje, con respecto al

volumen del concreto. El medidor consta de un recipiente con tapa de acero hermética, un par de llaves de agua, cámara de presión con dial, bomba manual, válvulas y accesorios.

- Varilla punta: barra de 16 mm  $\pm$  2 mm (5/8 in  $\pm$  1/16 in) para apisonar cada capa con golpes en toda el área.
- Regla para enrasar: una regla de como mínimo 3 mm (1/8in) de espesor, 20 mm (3/4 in) de ancho y de 300 mm (12in) de longitud, el cual se utiliza para igualar la altura de la muestra sobre el recipiente.
- Martillo cabeza de goma: un martillo con una masa aproximada de 0.57  $\pm$  0.23 kg (1.25  $\pm$  0.50 lb).
- Recipiente de medición: P3441, V=0,00698.
- ✓ *Procedimiento*
- Se humedeció el interior de la olla y se secó hasta que tenga una apariencia húmeda no brillante.
- Seguidamente se llenó la olla de Washington con concreto fresco, dando tres niveles de igual espesor aproximadamente.
- Luego se compactó con 25 golpes con una varilla por cada capa, sin golpear el fondo del recipiente cuando se apisonó la capa inferior. Se penetró aproximadamente 25 mm (1 in) con la varilla al apisonar o compactar a capa media.
- Inmediatamente después de la compactación se dio 15 golpes en cruz con un martillo de cabeza de goma, alrededor de la olla.
- Posteriormente se coloca la capa superior de concreto, compactándolo, enrasándolo y se limpió la brida.
- Se abrió las dos válvulas de paso que se ubican en la parte superior de la tapa.
- Se colocó la tapa sobre la parte superior de la olla, cerrando las cuatro abrazaderas hasta que esté cerrado por completo.

- Se empleó una jeringuilla, para verter agua en el embudo de manera cuidadosa, hasta que comenzó a salir agua por la válvula de paso central.
- Se agitó lentamente el recipiente hasta que las burbujas ya no salgan por la válvula de paso, luego se agregó agua para asegurarse que sale agua sin aire. Luego se cerró las válvulas de paso.
- Se mantuvo la válvula principal siempre cerrado. Se cerró la válvula de purga de aire.
- Se utilizó el mango de la bomba para succionar aire a la cámara de aire hasta que el indicador negro del medidor de presión esté sobre la línea amarilla de presión inicial.
- Luego se presionó la válvula de aire principal durante 7 segundos para presurizar, después se agitó suavemente el recipiente para de esta manera permitir el posible reordenamiento de las partículas.
- Después se golpeó levemente hasta que la aguja negra del medidor de presión deje de moverse y luego se registró la lectura, siendo dicho valor el porcentaje de aire atrapado.
- En seguida se soltó la palanca de la válvula de aire principal.
- Luego se liberó la presión del recipiente, abriendo suavemente la válvula de paso central y en seguida la válvula de paso del embudo, ocasionando que salga un chorro de agua.
- Después se retiró la tapa, se procedió a abrir la válvula de purga de aire.

#### **2.2.14. Concreto en estado endurecido – resistencia a compresión en testigos cilíndricos**

Para la determinación de la resistencia a compresión del concreto en especímenes cilíndricos se aplicó el procedimiento descrito en la norma NTP 339.034 en concordancia con la norma ASTM C39.



✓ *Equipos:*

- Máquina de ensayo: la máquina de ensayo debe ser de un tipo tal, que tenga suficiente capacidad de carga y que reúna las condiciones de velocidad. La carga se deberá aplicar a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga que varía en el rango de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s ( $35 \pm 7$ psi/s).

La velocidad elegida se debe conservar, al menos, durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista. Sin embargo, no se deberá ajustar la velocidad de movimiento a medida que se está alcanzando la carga última y la tasa de aplicación de carga decrece debido al agrietamiento del cilindro.

- La máquina de ensayo de cumplir los requisitos dados en la norma ASTM E4. "Práctica para la verificación de la carga de las máquinas de ensayo"; en las siguientes situaciones:
  - Por lo menos anualmente y nunca excedido de trece (13) meses.
  - En la instalación original o en la relocalización de la máquina.
  - Inmediatamente después de hacer reparaciones o ajustes que puedan afectar de cualquier modo la operación del sistema de pesas o los valores mostrados, excepto para el ajuste a cero que compensa el peso propio del equipo o del espécimen, o ambos.
  - Cuando quiera que haya una razón para dudar de la exactitud de los resultados, sin tener en cuenta el intervalo de tiempo desde la última verificación.

✓ *Muestra*

- Las muestras no se deben ensayar si cualquier diámetro individual de un cilindro difiere de cualquier otro diámetro del mismo cilindro en más de 2%.

- Ninguna de las muestras ensayadas a compresión se debe separar de la perpendicularidad del eje en más de 0.5° (equivalentes a 3 mm en 300 mm aproximadamente). El extremo de una muestra que no sea plana en 0.05 mm debe ser ratificado de acuerdo a lo indicado por la norma MTC E703 o cuando se le permita la NTP 339.216 y su equivalente en la norma ASTM C1231. El diámetro usado para calcular el área de la sección transversal de la muestra se determinó con una precisión de 0.25 mm, promediando los dos diámetros medidos en ángulo recto uno con respecto al otro y en la mitad del espécimen.
- ✓ *Procedimiento*
  - El ensayo de compresión de muestras curadas en agua se debe hacer inmediatamente después de que éstas han sido removidas del lugar de curado.
  - Las muestras se mantuvieron húmedas, durante el período transcurrido desde su remoción del lugar de curado hasta cuando fueron ensayadas. Ensayándose en condición húmeda.
  - Todos los especímenes a la edad determinada, se rompieron dentro de las tolerancias indicadas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**
  - Se colocó el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior. Se limpió con un paño las superficies de los bloques superior e inferior y se colocó el espécimen sobre el bloque inferior.
  - Se alineó cuidadosamente el eje del espécimen con el centro de presión del bloque superior. Antes de ensayar el espécimen se verificó que el indicador de carga esté ajustado en cero.
  - Se aplicó carga continuamente sin golpes bruscos. La carga se aplicó a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de  $0.25 \pm 0.05$

*MPa/s* ( $35 \pm 7$ psi/s). La velocidad escogida mantuvo, al menos, durante la segunda mitad del ciclo de ensayo, para la fase de carga prevista.

- Se registró la carga máxima soportada por el cilindro durante el ensayo y se anotó el patrón de falla de acuerdo con los modelos de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, si se ajusta a alguno de ellos.

✓ Cálculo

Se calculó la resistencia a compresión, dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal y se expresó el resultado con una aproximación de  $0.1 \text{ MPa}$  ( $1.0 \text{ kg/cm}^2$ ).

### **2.2.15. Concreto en estado endurecido – resistencia a flexión en testigos prismáticos**

Para determinar la resistencia a flexión del concreto en vigas simples, se utilizó el procedimiento establecido en la norma NTP 339.078 en concordancia con la norma ASTM C78.

✓ Equipos

- Máquina de ensayo: la máquina de ensayo debe satisfacer los requisitos de la norma ASTM E4, siendo capaz de aplicar cargas a una velocidad uniforme, sin golpes ni interrupciones.
- Aparatos de carga: el método de ensayo de cargas a los tercios de luz se utilizó en los ensayos de resistencia a flexión del concreto, empleando placas de apoyo que aseguren que las fuerzas aplicadas a la viga sean perpendiculares a la cara de la probeta y aplicarse sin excentricidad.
- Los aparatos de ensayos de flexión en el concreto deben ser capaces de mantener constante la longitud del tramo especificado y las distancias entre placas de carga dentro de  $\pm 1,0 \text{ mm}$ .

- La relación entre el punto de aplicación de la carga y el punto de aplicación de la reacción más cercana a la profundidad de la viga en forma horizontal es de  $1.0 \pm 0.03$ .
  - Las distancias entre los apoyos y las distancias entre placas debe mantenerse constante con una aproximación de 2 mm.
  - La carga se aplica en forma perpendicular a la cara superior de la viga.
  - La dirección de reacciones deben ser paralelas a la dirección de la carga aplicada, durante la prueba.
  - La carga se debe incrementar gradualmente y sin impacto.
  - La relación entre la distancia desde el punto de aplicación de carga a su reacción más cercana y altura de la viga prismática no debe ser menos de 1.
- ✓ Procedimiento
- La prueba de flexión se hizo una vez que se retiró las probetas prismáticas a las edades consideradas.
  - Se aplicó la carga, teniendo en cuenta que la luz de ensayo debe cumplir con las especificaciones.
  - Luego se trazó líneas finas sobre las caras mayores de tal forma que marque las secciones de apoyos.
  - Se limpió la superficie de las piezas de apoyo, de carga y las regiones en contacto de la prueba.
  - Se procedió a colocar la probeta en la prensa de ensayo, con la cara donde están las líneas trazadas en forma vertical y haciendo coincidir las líneas de trazado con las piezas de apoyo y la carga correspondientemente.
  - Se aplicó la carga en forma continua y uniforme, sin choques, con una velocidad de tensión comprendida  $0.9 \text{ MPa/min}$  y  $1.2 \text{ MPa/min}$ , hasta producir la rotura de la viga.

✓ Cálculo

- Si la falla se da dentro del tercio medio de la luz, el módulo de rotura se determina de la siguiente manera:

$$M_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Donde:

$M_r$ : Módulo de rotura, en  $MPa$ .

$P$ : Carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N.

$L$ : Luz libre entre apoyos, en  $mm$ .

$b$ : Ancho promedio de la viga en la sección de falla, en  $mm$ .

$h$ : Altura promedio de la viga en la sección de falla, en  $mm$ .

- Si la falla ocurre fuera del tercio del medio y a una distancia de éste no mayor del 5% de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente manera:

$$M_r = \frac{3Pa}{bh^2}$$

Donde:

$a$ : Distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie interior de la viga, en  $mm$ .

- ✓ Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de éste mayor del 5% de la luz libre, se rechaza el ensayo.

## 2.3. Característica de la puzolana

### 2.3.1. Determinación del peso específico de la puzolana

Como la evaluación del peso de la puzolana, no está normalizado para su uso en hormigón, es decir no existe norma para determinar estos parámetros, sin embargo se adaptaron los procedimientos establecidos en la norma NTP 334.005 la cual está basada en la norma ASTM C188 para el cálculo en el peso específico de la puzolana ya

que la puzolana reemplazará al cemento en ciertos porcentajes descritos anteriormente.

✓ *Equipos*

- Frasco Le Chatelier.
- Balanza de 0.010 g de precisión.
- Aparato baño a María a temperatura constante.
- Termómetro de 0.2°C de precisión.
- Espátula.
- Embudo.

✓ *Materiales*

- Puzolana (64 gramos).
- Kerosene puro sin agua.
- Hielo

✓ *Muestra de ensayo*

Según la investigación realizada, los mejores resultados obtenidos fueron con puzolana tamizada por el tamiz N°100, como la puzolana reemplazará al cemento en ciertos porcentajes y además según la norma NTP 334.045 la cual está basada en la norma ASTM C430, la finura de las partículas del cemento influyen de manera directa en la resistencia del concreto por lo cual hemos consideramos tamizar las partículas de puzolana por el tamiz N°200, después de ser secado en un horno artesanal a una temperatura uniforme de 150°C ± 10°C durante 24 horas.

✓ *Procedimiento*

- Se lavó el frasco Le Chatelier y se secó internamente de tal manera que se quede libre de sobrante y de humedad.
- Se llenó con kerosene el frasco Le Chatelier hasta la marca 0 mililitros, después se secó el collarín del frasco.
- En seguida se sumergió en el aparato baño de María a 20°C de tal manera que no exista diferencias mayores de 0.2°C entre la

temperatura del kerosene dentro del recipiente y la temperatura del agua.

- Se registró el volumen del kerosene dentro del frasco.
- Después se pesó 64 gramos de puzolana y se colocó dentro del frasco con un embudo, tratando de evitar salpicaduras y que se adhiriera en la parte interna del frasco por encima del kerosene.
- Se colocó el tapón del frasco y se hizo girar en forma adecuada de tal manera de liberar el aire hasta eliminar el escape de burbujas.
- Luego se sumergió el frasco en el baño de María de tal manera que se encuentre a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente se procedió a medir y registrar el volumen.
- Después se desalojó la puzolana, al colocar el recipiente en forma invertida, sin destaparlo. Luego se movió el frasco y la puzolana se ubicó cerca de la boca de dicho recipiente. Después se procedió a lavar el recipiente con agua.

✓ *Cálculos*

- Densidad

$$\rho = \frac{M}{V_f - V_i}$$

Donde:

M: masa de la muestra, en gramos.

$V_i$ : Volumen inicial del líquido introducido al frasco Le Chatelier, en  $\text{cm}^3$ .

$V_f$ : Volumen final del líquido (después de introducir los 64gr. de puzolana), en  $\text{cm}^3$ .

$\rho$ : Densidad, en  $\text{g/cm}^3$ .

- Peso específico relativo

$$P_{er} = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}$$

Donde:

$\rho_{H_2O}$ : Densidad: agua a  $4^{\circ}\text{C}$  ( $1\text{g/cm}^3$ ).

$P_{er}$ : Peso específico relativo (adimensional).

### **2.3.2. Preparación de la puzolana**

- ✓ Se extrajo la puzolana en condición meteorizada de bajo Otuzco que se encuentra cerca del aeropuerto internacional de Cajamarca. Después de la extracción se procedió a deshidratar la puzolana a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas en un horno artesanal de panadería.
- ✓ Puesto que finura de las partículas de cemento tiene efecto directo en la hidratación temprana y en el incremento de la resistencia a compresión del concreto según la norma NTP 334.045 en similitud con la norma ASTM C430 y como la puzolana reemplazará al cemento en ciertos porcentajes, además se tiene como objetivo que la puzolana funcione, para lo cual se consideró pasar la puzolana por el tamiz N°200. Posteriormente se procedió a pulverizar la puzolana en la máquina de abrasión los ángeles más conocidos como máquina de los ángeles con la finalidad de disgregar las partículas, hasta obtener partículas que pasen por el tamiz N °200, con la cual sus partículas tengan similitud con las partículas del cemento.
- ✓ Se consideró un rango de porcentajes de reemplazo de puzolana al cemento de acuerdo la vigilancia tecnológica de revistas científicas indexadas de 5% hasta 15%, ya que incrementa la resistencia a compresión del concreto.

## **2.4. Característica de la concha de mejillón**

### **2.4.1. Análisis granulométrico de la concha de mejillón**

El análisis granulométrico de la concha de mejillón no está normalizado en el su uso en concreto, razón por la cual no existe norma que determine la evolución de parámetros; sin embargo, se adoptó los procedimientos establecidos en la norma NTP 400.012 en concordancia con la norma ASTM C136.

El método que se empleó para el análisis granulométrico de la concha de mejillón, es el tamizado o cribado, la cual permite determinar la



distribución de las partículas (aproximadamente al tamaño de partículas del agregado fino).

✓ *Equipos*

- Balanza: la balanza debe tener una aproximación de 0.1g y exactitud de 0.1g o 0.1% de la masa de la muestra.
- Tamices: juegos de tamices que cumplan con lo estipulado en la norma NTP 350.001 y su equivalente con la norma ASTM E11. El juego de tamices a emplear es: 3/8 in, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.
- Horno artesanal: horno de dimensión de 4m x 4.5m de fondo dando una temperatura estable de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .
- Herramientas y accesorios: bandeja metálica, cucharón, recipientes y escobilla.

✓ *Procedimiento de la muestra*

La proporción de la muestra para este ensayo es de 300 gramos, previo secado a temperatura ambiente por 72 horas y luego se deshidrató en horno artesanal a una temperatura uniforme  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  de por 4 horas para lo luego ser trituradas en partículas de tamaño semejantes al agregado fino, luego se volvió a pasar por el tamiz N°8, se deshidrató en el horno artesanal a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, de tal forma que se elimine la parte orgánica de la concha de mejillón y así activar la sílice.

✓ *Procedimiento*

- Se particionó la muestra de concha de mejillón triturada hasta obtener una muestra representativa para el ensayo.
- Se deshidrató la muestra a temperatura constante de  $150^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ .
- En seguida se armó los tamices a usar en forma descendente respecto a las aberturas, terminando en el fondo y se colocó la

muestra en el tamiz superior y se tapó. Luego se procedió a agitar los tamices manualmente.

- Se restringió la cantidad de material sobre cada tamiz de tal manera que todas las partículas tengan la misma probabilidad de alcanzar la abertura.
- Se evitó la sobrecarga del material sobre cada tamiz.
- Si en un minuto no pasa más del 1% en masa del material retenido sobre el tamiz, se da por concluida la operación.
- Se determinó la cantidad retenida en cada tamiz.
- Después se verificó que la masa total con la masa de la materia que ingreso en cada tamiz, no difiera en más del 0.3% con respecto a la masa seca original. En caso que difiera más del 0.3% se considera que el resultado no sería válido.

## **2.5. Otros materiales utilizados**

### **2.5.1. Cemento**

El cemento que se elaboración en los diferentes diseños de mezcla de concreto es el Cemento Pacasmayo Portland Tipo I, es cual es de uso general, el cual satisface con las especificaciones señaladas en la norma técnica NTP 334.009 y su equivalente en la norma técnica ASTM C150, teniendo un peso específico de 3.11 g/ml.

### **2.5.2. Agua**

El agua empleada en la elaboración e hidratación de concreto fue el agua potable del laboratorio el cual satisface con los requerimientos de composición y performance establecidos en la norma NTP 339.088 el cual está basado en la norma ASTM D1293.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA MAQUINA A COMPRESIÓN



# PERUTEST S.A.C

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO**  
**SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA**  
**RUC N° 20602182721**

---

*Área de Metrología*  
Laboratorio de Fuerza

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

#### PTC - LF - 044 - 2020

Página 1 de 3

---

<b>1. Expediente</b>	1712-2020	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
<b>2. Solicitante</b>	<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y SUELOS W&amp;C E.I.R.L.</b>	
<b>3. Dirección</b>	CAL. LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE- CHICLAYO -	
<b>4. Equipo</b>	<b>PRENSA DE CONCRETO</b>	
<b>Capacidad</b>	200000 kgf	
<b>Marca</b>	A & A INSTRUMENT	
<b>Modelo</b>	STYE - 2000B	
<b>Número de Serie</b>	131214	
<b>Procedencia</b>	CHINA	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Indicación</b>	DIGITAL	
<b>Marca</b>	MC	
<b>Modelo</b>	NO INDICA	
<b>Número de Serie</b>	NO INDICA	
<b>Resolución</b>	10 kgf	
<b>Ubicación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2020-12-17	
<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	
2020-12-18	 <b>MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES</b>	

---

📞 913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
✉️ ventas@perutest.com.pe  
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-Ia Victoria - Chiclayo



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 044 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

Instalaciones del Cliente  
CAL. LA FE NRO 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE- CHICLAYO - CHICLAYO

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5 °C	22.5 °C
Humedad Relativa	61 % HR	61 % HR

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA KELI MOD: 150-A E SERIE: SY97826	INF-LE 002-20

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



913028621 - 913028622  
913028623 - 913028624  
ventas@perutest.com.pe  
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos  
San Martín de Porres - Lima  
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320 - la Victoria - Chiclayo

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PTC - LF - 044 - 2020

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso)			
		Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000	10223.7	10223.7	10223.7	10223.7
20	20000	20155.4	20155.4	20155.4	20155.4
30	30000	30103.5	30103.5	30103.5	30103.5
40	40000	40028.1	40028.1	40028.1	40028.1
50	50000	49949.1	49949.1	49949.1	49949.1
60	60000	59926.3	59926.3	59926.3	59926.3
70	70000	69909.8	69909.8	69909.8	69909.8
80	80000	79939.8	79939.8	79939.8	79939.8
90	90000	89976.1	89976.1	89976.1	89976.1
100	100000	100109.4	100109.4	100109.4	100109.4
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	-2.19	0.00	0.00	0.10	0.58
20000	-0.77	0.00	0.00	0.05	0.58
30000	-0.34	0.00	0.00	0.03	0.57
40000	-0.07	0.00	0.00	0.03	0.57
50000	0.10	0.00	0.00	0.02	0.57
60000	0.12	0.00	0.00	0.02	0.57
70000	0.13	0.00	0.00	0.01	0.57
80000	0.08	0.00	0.00	0.01	0.57
90000	0.03	0.00	0.00	0.01	0.57
100000	-0.11	0.00	0.00	0.01	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0.00 %
---	--------

### 12. Incertidumbre

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

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 20062322

Laboratorio de Fuerza y Presión

Lima, 17 de agosto del 2021

Página: 1 de 3

Cotización	:	4476J
Solicitante	:	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS W&C E.I.R.L.
RUC	:	20480781334
Dirección	:	CAL.LA FE NRO. 0167 UPIS SEÑOR DE LOS MILAGROS LAMBAYEQUE - CHICLAYO - CHICLAYO
Instrumento de medición	:	Medidor de aire confinado " Washington "
Marca	:	ELE INTERNATIONAL
Modelo	:	EI34-3265
Serie	:	H190611
Procedencia	:	USA
Capacidad	:	7 litros
Exactitud	:	0.25 % de escala completa
Fecha de calibración	:	2021-08-17

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

AM3 INGENIERÍA & NEGOCIOS S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, a su vez el Departamento de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones con la finalidad única de garantizar la satisfacción de los clientes y promover el desarrollo de la metrología en el país.

This calibration certificate documents the traceability to national and international standards, which carry out the units of measurement in accordance with the International System of Units (SI).

AM3 INGENIERÍA & NEGOCIOS S.A.C. provides measurement instrument calibration services with the highest quality standards, in turn, the Metrology Department guards, preserves and maintains the standards with the sole purpose of guaranteeing customer satisfaction and promoting the development of metrology in the country.



BICENTENARIO  
PERÚ 2021

Departamento de Metrología  
(Approving Officer)  
  
ALDO MARCO  
MUCHA MALLAIPOMA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 234122  
Firma Digital - Digital Signature

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 20062322

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página: 2 de 3

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

Norma ASTM C-231 " Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure ".

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Laboratorio de calibración de Fuerza y Presión de AM3.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

	INICIAL	FINAL
Temperatura (°C)	18	19
Humedad Relativa (%)	69	75

**PATRÓN DE REFERENCIA**

Trazabilidad metrológica	Patrón de medición	Número de identificación
Patrón de Referencia trazable a National Institute of Standards and Technology.	CALIBRATION CANISTER, ELE INTERNATIONAL MOD: 34-3267/10	CC 08022017 CC 11172017

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color celeste AM3.

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

El equipo se encuentra calibrado.

Los resultados contenidos en el presente certificado de calibración se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones, de tal manera que no es responsabilidad nuestra los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del equipo calibrado.

El usuario debe calibrar el equipo en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo con el uso, mantenimiento y conservación al que esté expuesto.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 20062322

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página: 3 de 3

## RESULTADOS DE MEDICIÓN

ÍTEM	Contenido de aire en el equipo	Contenido de aire con agua en la línea de flotación del embudo	Error	Incertidumbre
	%	%	%	%
1	1.2	1.2	0.0	0.1
2	1.2	1.2	0.0	0.1
3	1.2	1.2	0.0	0.1
Promedio	1.2	-	-	-

ÍTEM	Contenido de aire en el equipo	Contenido de aire con Patrón de 5%	Error	Incertidumbre
	%	%	%	%
1	5.0	5.0	0.0	0.1
2	5.0	5.0	0.0	0.1
3	5.0	5.0	0.0	0.1
Promedio	5.0	-	-	-

ÍTEM	Contenido de aire en el equipo	Contenido de aire con doble Patrón de 5%	Error	Incertidumbre
	%	%	%	%
1	10.0	10.0	0.0	0.1
2	10.0	10.0	0.0	0.1
3	10.0	10.0	0.0	0.1
Promedio	10.0	-	-	-

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna.

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

---

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización del Departamento de Metrología de AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.



## Anexo 6. Análisis térmico diferencial de la concha mejillón



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA  
Laboratorio de Polímeros

Trujillo, 10 de octubre del 2019

INFORME N° 69 - OCT-19

Solicitante: Ferrer Regal Luis Enrique – Universidad San Pedro

RUC/DNI: .....

Supervisor: .....

### 1. MUESTRA: Concha mejillón - choro (1. gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CC-690	41.9 mg	.....

### 2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

### 3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG\_DTA\_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys\_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 900 °C.
- Masa de muestra analizada: 41.9 mg.

Jefe de Laboratorio:

Ing. Danny Chávez Novoa

Analista responsable:

Ing. Danny Chávez Novoa

Tel: 44-203510949700880950608000 [danny.chavez@untrujillo.edu.pe](mailto:danny.chavez@untrujillo.edu.pe) / Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria - Trujillo





Trujillo, 10 de octubre del 2019

INFORME N° 69 - OCT-19

**5. CONCLUSION:**

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una muy leve caída del material, indicando buena estabilidad térmica del material hasta alcanzar los 700°C, temperatura en la cual marca el inicio para la descomposición acelerada y la pérdida de material hasta caer bruscamente hasta la temperatura de ensayo máxima, y se evidencia una pérdida total de aproximadamente 43% de su masa inicial.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar dos ligeras bandas endotérmicas, la primera a 110, y la otra a 210 ° C y posteriormente se muestra un intenso pico de absorción térmica a 890°C que es una temperatura de cambio estructural y de las características en el material.

Trujillo, 10 de octubre del 2019

  
JEFATURA  
Ing. Ramiro Mesías Chávez Novoa  
Jefe de Laboratorio de Polimeros  
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

## Anexo 7. Análisis químico de puzolana



Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,  
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.  
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.  
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.  
PROYECTOS - ASESORIA Y CONSULTORIA  
RPM: \*696826 CELULAR: 976026950 TELEFONO: 364793

### ANÁLISIS DE UNA MUESTRA DE MINERAL

SOLICITA : Elmer Collantes Quispe  
PROCEDENCIA : Llagamarca - Baños del Inca - Cajamarca - Cajamarca  
MUESTRA : M-1 Puzolana Volcánica (Traquita)  
FECHA : 12/01/2017

### RESULTADOS DEL ANÁLISIS

Sílice (como SiO <sub>2</sub> )	:	45 %
Aluminio (como Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	:	24 %
Hierro (como Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	:	7 %
Calcio (como CaO)	:	1.2 %
Magnesio (como MgO)	:	2.4 %
Sodio (como Na <sub>2</sub> O)	:	0.8 %
Potasio (como K <sub>2</sub> O)	:	2.3 %
Pentaóxido de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	:	0.09 %
Perdida por Ignición	:	6 %
Sulfato (como SO <sub>3</sub> )	:	0.36 %
Sulfato soluble en agua (g/L como SO <sub>4</sub> )	:	1.3
pH	:	9.8

**Nota:** La muestra fue alcanzada al laboratorio por el interesado, para su análisis respectivo.

  
Elmer Collantes Quispe  
Ingeniero Químico  
C.O. Nº 2368

## Anexo 8. Análisis químico de la concha mejillón



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°076-LAQ/2019

### Análisis de concha de mejillón calcinada por FRXDE

#### Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de concha de mejillón del Sr. Ferrer Regal, Luis Enrique, alumno de la Universidad San Pedro, sede Chimbote, en relación a su trabajo de tesis titulado:

**"Resistencia de Mortero Sustituyendo el Cemento por una Combinación de Arcilla y Concha de Mejillón en un 16% (12% arcilla y 4% Concha de Mejillón) y 16% (12% Concha de Mejillón y 4% arcilla)."**

La muestra había sido calcinada previamente a 850°C durante 4 horas y está en la forma de grano fino de color blanco.

#### Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15  $\mu$ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, irradiando la superficie plana de uno de los trozos, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aproximados. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 5300 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Na (Z=11) y Mg (Z=12) no pueden ser registrados en el espectro.



## UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

### FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

#### Laboratorio de Arqueometría

---

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene. La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada "Suelo de San Joaquín" adquirida de la NIST.

#### **Resultados.**

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de concha de mejillón calcinada. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico y la energía de los rayos-X.



La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en el proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es bastante menor que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y/o Mg, que esta técnica no puede detectar y/o compuestos diferentes de óxidos. Puede darse que todavía permanezca una alta presencia de carbonato de calcio. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de concha de mejillón calcinada en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.226	5.738
SiO <sub>2</sub>	4.556	7.127
SO <sub>2</sub>	0.247	0.387
K <sub>2</sub> O	0.051	0.080
CaO	81.966	81.281
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.001	0.002
MnO	0.001	0.002
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.011	0.018
Ni <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.014	0.022
CuO	0.483	0.756
ZnO	0.242	0.378
As <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.008	0.012
RbO <sub>2</sub>	0.004	0.006
SrO	0.085	0.133
Y <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.004	0.006
ZrO	0.014	0.021
Total	93.934	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS  
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS  
Laboratorio de Arqueometría



Figura 1. Espectro de FRXDE de una muestra de concha de mejillón calcinada en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos  
Laboratorio de Arqueometría



Lima, 18 de octubre del 2019

Anexo 9. Informe de resultados de tesis

**1. Caracterización de los agregados que cumplen para el diseño de mezcla de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>**

Como se aprecia en la Tabla 21, se indican los valores que se obtuvieron de peso unitario, peso específico, porcentaje de absorción y módulo de fineza del agregado fino y agregado grueso, para lo cual se tomaron como referencia las normas NTP 400.017 - 2011 (revisada 2016), NTP 339.185 – 2013, N.T.P. 400.022 y N.T.P. 400.012. Para la concha de mejillón se adaptó la norma NTP 400.012.

*Tabla 21. Resultados de los estudios preliminares de agregado fino, conchas de mejillón y agregado grueso*

<b>Descripción</b>		<b>Arena Gruesa</b>	<b>Concha de mejillón</b>	<b>Piedra chancada 3/4</b>
Peso unitario: suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1537	1364	1435
Peso unitario: suelto seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1532	1317	1431
Peso unitario: compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1692	1606	1564
Peso unitario: compactado seco	(kg/m <sup>3</sup> )	1687	1551	1564
Contenido de humedad	(%)	0.30	3.54	0.23
Peso específico: masa	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.533	2.746	2.230
Porcentaje: absorción	(%)	0.563	1.833	4.101
Módulo de fineza		3.05	2.35	3/4

*Fuente: Elaboración propia*

Como se muestra en Tabla 22, se indica los datos que se registraron del peso específico del cemento y de la puzolana, usando la norma NTP 334.005 y su equivalente con la norma ASTM C188.

*Tabla 22. Peso específico del cemento y puzolana*

<b>Descripción</b>		<b>Cemento Portland Tipo I</b>	<b>Puzolana</b>
Masa de Cemento Portland Tipo I	(gr)	64	61.47
Vol. inicial kerosene	(ml)	0	0
Vol. final desplazado kerosene	(ml)	20.6	23.9
<b>Peso específico</b>	(g/ml)	<b>3.11</b>	<b>2.57</b>

*Fuente: Elaboración propia*



## 2. Diseño para elaboración de concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>

### 2.1. Diseño de patrón sin factor de corrección.

En la Tabla 23, se aprecia la cantidad de material que se utilizó para un diseño de mezcla de concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>, para la elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto.

Tabla 23. Cantidad de material del diseño de mezcla patrón sin factor de seguridad

Material	Peso Diseño Patrón (kg)
Cemento	299.708
Agua	211.231
Arena	812.926
Piedra	941.606
<b>TOTAL</b>	<b>2265.470</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Resultados del diseño de mezcla

Descripción	Resultado
Asentamiento: Slump	: in 4
Peso unitario: concreto fresco	: kg/m <sup>3</sup> 2334.474
Resistencia: promedio en los 7d	: kg/cm <sup>2</sup> 155.491
Porcentaje: promedio en los 7d	: % 74.043
Factor: cemento por cubo de concreto	: bolsa/m <sup>3</sup> 8.642
Relación: agua cemento	: 0.705

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la Tabla 25, se tiene la proporción respecto al peso y volumen para la elaboración del diseño patrón.

Tabla 25. Proporción en peso y volumen del diseño patrón

Descripción	Cemento	Arena	Piedra	H <sub>2</sub> O
Proporción en (W) peso : L/pe <sup>3</sup>	1	2.14	2.51	30
Proporción en volumen : L/pe <sup>3</sup>	1	2.10	2.66	30

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Diseño de mezcla experimental

En la Tabla 26, se muestra el diseño patrón en kilogramos y en porcentajes para la elaboración de un cubo de concreto 210kg/cm<sup>2</sup> y los diseños experimentales sustituyendo concha de mejillón a la arena gruesa y puzolana al cemento, en los porcentajes indicados.

Tabla 26. Cantidad de material para la elaboración de un cubo del diseño patrón y experimentales

N°	Proporción de sustitución	f'c	Comento				Agua	Agregado fino				Piedra 3/4	Total		
			Cemento Portland tipo I		Sustituir por puzolana			Arena gruesa		Sustituir por conchas de mejillón					
			%	kg	%	kg		%	kg	%	kg			%	kg
DM1	<b>P0%; CM0%</b>	210	100.0%	299.708			100%	211.231	100.0%	812.926			100%	941.606	2265.470
DM2	<b>P7.5%; CM5%</b>	210	92.5%	277.230	<b>7.5%</b>	22.478	100%	211.231	95.0%	772.279	<b>5.0%</b>	40.646	100%	941.606	2265.470
DM3	<b>P10%; CM7.5%</b>	210	90.0%	269.737	<b>10.0%</b>	29.971	100%	211.231	92.5%	751.956	<b>7.5%</b>	60.969	100%	941.606	2265.470
DM4	<b>P12.5%; CM10%</b>	210	87.5%	262.244	<b>12.5%</b>	37.463	100%	211.231	90.0%	731.633	<b>10.0%</b>	81.293	100%	941.606	2265.470
DM5	<b>P15%; CM12.5%</b>	210	85.0%	254.751	<b>15.0%</b>	44.956	100%	211.231	87.5%	711.310	<b>12.5%</b>	101.616	100%	941.606	2265.470
DM6	<b>P0%; CM7.5%</b>	210	100.0%	299.708			100%	211.231	92.5%	751.956	<b>7.5%</b>	60.969	100%	941.606	2265.470
DM7	<b>P5%; CM0%</b>	210	95.0%	284.722	<b>5.0%</b>	14.985	100%	211.231	100.0%	812.926			100%	941.606	2265.470
DM8	<b>P10%; CM0%</b>	210	90.0%	269.737	<b>10.0%</b>	29.971	100%	211.231	100.0%	812.926			100%	941.606	2265.470
DM9	<b>P15%; CM0%</b>	210	85.0%	254.751	<b>15.0%</b>	44.956	100%	211.231	100.0%	812.926			100%	941.606	2265.470
DM10	<b>P0%; CM5%</b>	210	100.0%	299.708			100%	211.231	95.0%	772.279	<b>5.0%</b>	40.646	100%	941.606	2265.470
DM11	<b>P0%; CM15%</b>	210	100.0%	299.708			100%	211.231	85.0%	690.987	<b>15.0%</b>	121.939	100%	941.606	2265.470

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 40, se puede apreciar el diseño patrón en kilogramos y en porcentajes para la elaboración de 9 moldes cilíndricos con dimensiones de 6in y 12in, y 9 moldes prismáticos con dimensiones de 15cm x 15cm x 53cm, para la obtención de un concreto de 210kg/cm<sup>2</sup>, así como para los diseños experimentales sustituyendo concha de mejillón al agregado fino y puzolana al cemento en los porcentajes indicados.

*Tabla 27. Cantidad de material en porcentajes para la elaboración de 9 probetas cilíndricas de 6 in y 12 in, y 9 probetas prismáticas de 15 cm x 15 cm x 53 cm*

Diseño N.º	Proporción de sustitución	Tanda	Probetas Cilíndricas DN(6"x12")		Cemento				Agregado fino				Piedra 3/4		Total, pesado de 3 tandas			
					Cemento portland tipo I		Sustituir por puzolana		Agua		Arena gruesa					Sustituir por conchas de mejillón		
					%	kg	%	kg	%	kg	%	kg				%	kg	
DM1	P0%; CM0%	3	11	0.0162	0.1785	100.0%	22.120			100%	15.590	100.0%	47.370			100%	55.514	<b>421.781</b>
DM2	P7.5%; CM5%	3	11	0.0162	0.1785	92.5%	20.461	7.5%	1.659	100%	15.590	95.0%	45.002	5.0%	2.369	100%	55.514	<b>421.781</b>
DM3	P10%; CM7.5%	3	11	0.0162	0.1785	90.0%	19.908	10.0%	2.212	100%	15.590	92.5%	43.818	7.5%	3.553	100%	55.514	<b>421.781</b>
DM4	P12.5%; CM10%	3	11	0.0162	0.1785	87.5%	19.355	12.5%	2.765	100%	15.590	90.0%	42.633	10.0%	4.737	100%	55.514	<b>421.781</b>
DM5	P15%; CM12.5%	3	11	0.0162	0.1785	85.0%	18.802	15.0%	3.318	100%	15.590	87.5%	41.449	12.5%	5.921	100%	55.514	<b>421.781</b>
DM6	P0%; CM7.5%	3	11	0.0162	0.1785	100.0%	22.120			100%	15.590	92.5%	43.818	7.5%	3.553	100%	55.514	<b>421.781</b>
DM7	P5%; CM0%	3	11	0.0162	0.1785	95.0%	21.014	5.0%	1.1060	100%	15.590	100.0%	47.370			100%	55.514	<b>421.781</b>
DM8	P10%; CM0%	3	11	0.0162	0.1785	90.0%	19.908	10.0%	2.2120	100%	15.590	100.0%	47.370			100%	55.514	<b>421.781</b>
DM9	P15%; CM0%	3	11	0.0162	0.1785	85.0%	18.802	15.0%	3.3180	100%	15.590	100.0%	47.370			100%	55.514	<b>421.781</b>
DM10	P0%; CM5%	3	11	0.0162	0.1785	100.0%	22.120			100%	15.590	95.0%	45.002	5.0%	2.369	100%	55.514	<b>421.781</b>
DM11	P0%; CM15%	3	11	0.0162	0.1785	100.0%	22.120			100%	15.590	85.0%	40.265	15.0%	7.106	100%	55.514	<b>421.781</b>

*Fuente: Elaboración propia*

### 3. Propiedades del concreto en estado fresco

En la información contenida en la *Tabla 28*, se muestra los resultados de Slump, aire atrapado, temperatura y peso unitario para el diseño patrón y 10 diseños experimentales.

*Tabla 28. Resultados del concreto en estado fresco*

Diseño	Porcentajes (P%; CM%)	Elaboración concreto fresco	Slump (in)	Aire atrapado concreto fresco	Temperatura (°C)
DM1	P0%; CM0%	17/08/2021	3.8	2.2	25
DM2	P7.5%; CM5%	19/08/2021	3.5	3.8	24
DM3	P10%; CM7.5%	18/08/2021	3.5	5.5	23
DM4	P12.5%; CM10%	18/08/2021	3.5	5.6	24
DM5	P15%; CM12.5%	17/08/2021	3.5	5.9	24
DM6	P0%; CM7.5%	17/09/2021	3.5	5.5	25
DM7	P5%; CM0%	18/09/2021	3.5	2.3	25
DM8	P10%; CM0%	17/09/2021	3.2	2.1	24
DM9	P15%; CM0%	18/09/2021	4.0	2.5	24
DM10	P0%; CM5%	18/09/2021	3.5	2.8	24
DM11	P0%; CM15%	17/09/2021	3.2	5.8	24

*Fuente: Elaboración propia*

### 4. Propiedades del concreto en fase de endurecimiento

#### 4.1. Resultados de resistencia a la compresión – diseño patrón DM1

En la información contenida en la *Tabla 29*, se indica los resultados de correspondientes de resistencia promedio a compresión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días de hidratación, con 0% de puzolana 0% de concha de mejillón.

Tabla 29. Resultados de resistencia promedio a compresión del concreto patrón (DM1) a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM01 Patrón	C-1	17/08/2021	7	15.256	182.79	198.17		210	94.37	
DM01 Patrón	C-2	17/08/2021	7	15.198	181.40	187.99	195.42	210	89.52	93.06
DM01 Patrón	C-3	17/08/2021	7	15.262	182.93	200.10		210	95.29	
DM01 Patrón	C-4	17/08/2021	14	15.224	182.03	231.42		210	110.20	
DM01 Patrón	C-5	17/08/2021	14	15.218	181.89	230.75	234.39	210	109.88	111.61
DM01 Patrón	C-6	17/08/2021	14	15.276	183.28	241.00		210	114.76	
DM01 Patrón	C-7	17/08/2021	28	15.290	183.60	263.71		210	125.58	
DM01 Patrón	C-8	17/08/2021	28	15.267	183.05	254.26	255.16	210	121.08	121.50
DM01 Patrón	C-9	17/08/2021	28	15.305	183.96	247.50		210	117.86	

Fuente: Elaboración propia

## 4.2. Resultados de resistencia a la compresión – diseños experimentales

### 4.2.1. Resistencia a compresión - diseño experimental DM2

En la Tabla 30, se indica los valores de resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, al sustituir 7.5% de puzolana al cemento y 5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 30. Resultados de resistencia promedio a compresión - DM2 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM02	C-1	19/08/2021	7	15.252	182.70	149.01		210	70.96	
DM02	C-2	19/08/2021	7	15.279	183.34	150.33	148.61	210	71.59	70.77
DM02	C-3	19/08/2021	7	15.216	181.84	146.49		210	69.76	
DM02	C-4	19/08/2021	14	15.211	181.71	174.68		210	83.18	
DM02	C-5	19/08/2021	14	15.248	182.59	170.63	174.55	210	81.25	83.12
DM02	C-6	19/08/2021	14	15.214	181.79	178.34		210	84.92	
DM02	C-7	19/08/2021	28	15.302	183.89	185.03		210	88.11	
DM02	C-8	19/08/2021	28	15.245	182.52	192.21	187.79	210	91.53	89.43
DM02	C-9	19/08/2021	28	15.339	184.78	186.14		210	88.64	

Fuente: Elaboración propia

### 4.2.2. Resistencia a compresión – diseño experimental DM3

En la información contenida en la Tabla 31, se puede apreciar los resultados que se obtuvieron de resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al reemplazar 10% de puzolana al cemento y 7.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 31. Resultados de resistencia promedio a compresión – DM3 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM03	C-1	18/08/2021	7	15.273	183.19	159.97		210	76.17	
DM03	C-2	18/08/2021	7	15.228	182.13	161.26	160.14	210	76.79	76.26
DM03	C-3	18/08/2021	7	15.269	183.10	159.20		210	75.81	
DM03	C-4	18/08/2021	14	15.273	183.19	168.68		210	80.32	
DM03	C-5	18/08/2021	14	15.270	183.12	166.78	167.97	210	79.42	79.99
DM03	C-6	18/08/2021	14	15.236	182.32	168.46		210	80.22	
DM03	C-7	18/08/2021	28	15.215	181.82	186.17		210	88.65	
DM03	C-8	18/08/2021	28	15.294	183.70	183.81	185.31	210	87.53	88.24
DM03	C-9	18/08/2021	28	15.256	182.80	185.93		210	88.54	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3. Resistencia a compresión – diseño experimental DM4

En la información adjunta en la Tabla 32, se puede visualizar los resultados de resistencia a la compresión promedios a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 12.5% de puzolana al cemento y 10% de cocha de mejillón al agregado fino.

Tabla 32. Resultados promediados de resistencia a compresión – DM4 a los 7, 14 y 28 días de curado

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM04	C-1	18/08/2021	7	15.291	183.63	120.54		210	57.40	
DM04	C-2	18/08/2021	7	15.277	183.30	121.89	121.38	210	58.04	57.80
DM04	C-3	18/08/2021	7	15.208	181.65	121.70		210	57.95	
DM04	C-4	18/08/2021	14	15.282	183.42	132.23		210	62.97	
DM04	C-5	18/08/2021	14	15.241	182.43	133.13	132.93	210	63.39	63.30
DM04	C-6	18/08/2021	14	15.239	182.39	133.43		210	63.54	
DM04	C-7	18/08/2021	28	15.237	182.34	156.26		210	74.41	
DM04	C-8	18/08/2021	28	15.238	182.35	153.87	156.96	210	73.27	74.74
DM04	C-9	18/08/2021	28	15.273	183.21	160.73		210	76.54	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.4. Resistencia a compresión – diseño experimental DM5

En la información contenida en la Tabla 33, se puede apreciar los valores de resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 15% de puzolana al cemento y 12.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 33. Resultados de resistencia promedio a compresión – DM5 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM05	C-1	17/08/2021	7	15.291	183.64	131.04		210	62.40	
DM05	C-2	17/08/2021	7	15.235	182.28	129.70	131.92	210	61.76	62.82
DM05	C-3	17/08/2021	7	15.226	182.08	135.03		210	64.30	
DM05	C-4	17/08/2021	14	15.339	184.79	156.73		210	74.63	
DM05	C-5	17/08/2021	14	15.289	183.59	156.29	155.09	210	74.43	73.85
DM05	C-6	17/08/2021	14	15.272	183.17	152.25		210	72.50	
DM05	C-7	17/08/2021	28	15.276	183.28	169.30		210	80.62	
DM05	C-8	17/08/2021	28	15.287	183.54	166.23	166.39	210	79.16	79.23
DM05	C-9	17/08/2021	28	15.294	183.71	163.64		210	77.92	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.5. Resistencia a compresión – diseño experimental DM6

En la Tabla 34, se muestra los resultados obtenidos de resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 7.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 34. Resultados de resistencia promedio a compresión – DM6 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM06	C-1	17/09/2021	7	15.273	183.19	210.04		210	100.02	
DM06	C-2	17/09/2021	7	15.246	182.56	212.56	213.65	210	101.22	101.74
DM06	C-3	17/09/2021	7	15.271	183.16	218.36		210	103.98	
DM06	C-4	17/09/2021	14	15.253	182.71	238.31		210	113.48	
DM06	C-5	17/09/2021	14	15.340	184.82	237.09	237.83	210	112.90	113.25
DM06	C-6	17/09/2021	14	15.245	182.53	238.08		210	113.37	
DM06	C-7	17/09/2021	28	15.211	181.72	270.89		210	128.99	
DM06	C-8	17/09/2021	28	15.177	180.91	268.19	269.34	210	127.71	128.26
DM06	C-9	17/09/2021	28	15.211	181.72	268.94		210	128.07	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.6. Resistencia a compresión – diseño experimental DM7

En la información adjunta en la Tabla 35, se puede apreciar los valores de resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 5% de puzolana al cemento.

Tabla 35. Resultados de resistencia promedio a compresión– DM7 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m2)	kg/cm2	Promedio kg/cm2	Diseño kg/cm2	(%)	Promedio (%)
DM07	C-1	18/09/2021	7	15.212	181.73	190.48		210	90.70	
DM07	C-2	18/09/2021	7	15.275	183.24	185.39	189.13	210	88.28	90.06
DM07	C-3	18/09/2021	7	15.311	184.11	191.52		210	91.20	
DM07	C-4	18/09/2021	14	15.272	183.18	244.85		210	116.60	
DM07	C-5	18/09/2021	14	15.105	179.19	247.71	246.03	210	117.96	117.16
DM07	C-6	18/09/2021	14	15.300	183.85	245.53		210	116.92	
DM07	C-7	18/09/2021	28	15.178	180.93	264.22		210	125.82	
DM07	C-8	18/09/2021	28	15.175	180.85	261.34	263.79	210	124.45	125.61
DM07	C-9	18/09/2021	28	15.218	181.89	265.81		210	126.58	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.7. Resistencia a compresión – diseño experimental DM8

En la Tabla 36, se puede visualizar los resultados de resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, al sustituir 10% de puzolana al cemento.

Tabla 36. Resultados de resistencia promedio a compresión – DM8 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m2)	kg/cm2	Promedio kg/cm2	Diseño kg/cm2	(%)	Promedio (%)
DM08	C-1	17/09/2021	7	15.263	182.97	200.91		210	95.67	
DM08	C-2	17/09/2021	7	15.284	183.47	203.38	200.74	210	96.85	95.59
DM08	C-3	17/09/2021	7	15.305	183.97	197.91		210	94.25	
DM08	C-4	17/09/2021	14	15.198	181.42	233.89		210	111.38	
DM08	C-5	17/09/2021	14	15.238	182.37	235.99	234.80	210	112.37	111.81
DM08	C-6	17/09/2021	14	15.274	183.23	234.52		210	111.68	
DM08	C-7	17/09/2021	28	15.226	182.07	279.49		210	133.09	
DM08	C-8	17/09/2021	28	15.270	183.12	273.68	272.79	210	130.33	129.90
DM08	C-9	17/09/2021	28	15.201	181.48	265.19		210	126.28	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.8. Resistencia a compresión – diseño experimental DM9

En la información incluida en la Tabla 37, se puede apreciar los resultados de resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 15% de puzolana al cemento.



Tabla 37. Resultados de resistencia promedio a compresión – DM9 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM09	C-1	18/09/2021	7	15.172	180.79	243.98		210	116.18	
DM09	C-2	18/09/2021	7	15.279	183.34	200.18	227.22	210	95.32	108.20
DM09	C-3	18/09/2021	7	15.264	182.99	237.48		210	113.09	
DM09	C-4	18/09/2021	14	15.261	182.92	256.29		210	122.04	
DM09	C-5	18/09/2021	14	15.198	181.40	259.19	258.18	210	123.42	122.94
DM09	C-6	18/09/2021	14	15.230	182.16	259.06		210	123.36	
DM09	C-7	18/09/2021	28	15.132	179.84	283.99		210	135.23	
DM09	C-8	18/09/2021	28	15.239	182.39	282.60	282.30	210	134.57	134.43
DM09	C-9	18/09/2021	28	15.165	180.62	280.31		210	133.48	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.9. Resistencia a compresión – diseño experimental DM10

En la Tabla 38, se muestra los valores obtenidos de la resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 15% de puzolana al cemento

Tabla 38. Resultados de resistencia promedio a compresión – DM10 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM10	C-1	18/09/2021	7	15.194	181.32	186.25		210	88.69	
DM10	C-2	17/09/2021	7	15.300	183.85	202.77	198.51	210	96.56	94.53
DM10	C-3	17/09/2021	7	15.272	183.17	206.51		210	98.34	
DM10	C-4	17/09/2021	14	15.245	182.53	237.02		210	112.87	
DM10	C-5	17/09/2021	14	15.294	183.71	233.95	235.56	210	111.40	112.17
DM10	C-6	17/09/2021	14	15.242	182.46	235.71		210	112.24	
DM10	C-7	17/09/2021	28	15.133	179.86	247.33		210	117.78	
DM10	C-8	17/09/2021	28	15.293	183.68	239.80	244.97	210	114.19	116.65
DM10	C-9	17/09/2021	28	15.081	178.63	247.78		210	117.99	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.10. Resistencia a compresión – diseño experimental DM11

En la información contenida en la Tabla 39, se puede visualizar los resultados de resistencia a la compresión promedios a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 15% concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 39. Resultados de resistencia promedio a compresión – DM11 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad rotura (días)	DN Promedio (cm)	AREA (m <sup>2</sup> )	kg/cm <sup>2</sup>	Promedio kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>	(%)	Promedio (%)
DM11	C-1	17/09/2021	7	15.177	180.90	166.76		210	79.41	
DM11	C-2	17/09/2021	7	15.270	183.13	160.68	166.59	210	76.51	79.33
DM11	C-3	17/09/2021	7	15.224	182.03	172.34		210	82.07	
DM11	C-4	17/09/2021	14	15.186	181.11	200.70		210	95.57	
DM11	C-5	17/09/2021	14	15.295	183.73	203.20	201.91	210	96.76	96.15
DM11	C-6	17/09/2021	14	15.255	182.77	201.84		210	96.12	
DM11	C-7	17/09/2021	28	15.188	181.16	231.88		210	110.42	
DM11	C-8	17/09/2021	28	15.145	180.15	222.18	225.00	210	105.80	107.14
DM11	C-9	17/09/2021	28	15.243	182.47	220.93		210	105.20	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.11. Resultados de resistencia a flexión – diseño patrón DM1

En la información adjunta en la Tabla 40, se indica los resultados de resistencia promedio a flexión del concreto patrón a los 7, 14 y 28 días de hidratación, con 0% de puzolana 0% de concha de mejillón.

Tabla 40. Resultados de resistencia promedio a flexión del concreto patrón (DM1) a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño (MPa)	(%)	Promedio (%)
DM01	P-1	17/08/2021	7	450	150.00	150.50	26.010	3.44		3.5	98.43	
DM01	P-2	17/08/2021	7	450	150.00	150.60	26.030	3.44	3.45	3.5	98.37	98.67
DM01	P-3	17/08/2021	7	450	150.00	150.45	26.200	3.47		3.5	99.21	
DM01	P-4	17/08/2021	14	450	150.00	151.05	27.740	3.65		3.5	104.21	
DM01	P-5	17/08/2021	14	450	150.00	150.00	27.520	3.67	3.71	3.5	104.84	106.05
DM01	P-6	17/08/2021	14	450	150.00	150.65	28.890	3.82		3.5	109.11	
DM01	P-7	17/08/2021	28	450	150.00	150.93	31.620	4.16		3.5	118.98	
DM01	P-8	17/08/2021	28	450	150.00	150.49	30.280	4.01	4.10	3.5	114.60	117.03
DM01	P-9	17/08/2021	28	450	150.00	150.10	30.890	4.11		3.5	117.52	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Resultados de resistencia a flexión – diseños experimentales

##### 4.3.1. Resistencia a flexión – diseño experimental DM2

En la información contenida en la Tabla 41, se puede visualizar los resultados de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 7.5% de puzolana al cemento y 5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 41. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM2 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño (MPa)	(%)	Promedio (%)
DM02	P-1	19/08/2021	7	450	150.00	150.00	21.060	2.81		3.5	80.23	
DM02	P-2	19/08/2021	7	450	150.00	150.00	21.790	2.91	2.87	3.5	83.01	82.12
DM02	P-3	19/08/2021	7	450	150.00	150.00	21.820	2.91		3.5	83.12	
DM02	P-4	19/08/2021	14	450	150.00	150.00	23.480	3.13		3.5	89.45	
DM02	P-5	19/08/2021	14	450	150.00	150.00	23.870	3.18	3.14	3.5	90.93	89.79
DM02	P-6	19/08/2021	14	450	150.00	150.00	23.360	3.11		3.5	88.99	
DM02	P-7	19/08/2021	28	450	150.00	150.00	25.600	3.41		3.5	97.52	
DM02	P-8	19/08/2021	28	450	150.00	150.00	25.380	3.38	3.39	3.5	96.69	96.81
DM02	P-9	19/08/2021	28	450	150.00	150.00	25.260	3.37		3.5	96.23	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. Resistencia a flexión – diseño experimental DM3

En la Tabla 42, se muestra los resultados de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 10% de puzolana al cemento y 7.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 42. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM3 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño (MPa)	(%)	Promedio (%)
DM03	P-1	18/08/2021	7	450	150.00	150.00	25.400	3.39		3.5	96.76	
DM03	P-2	18/08/2021	7	450	150.00	150.00	25.130	3.35	3.40	3.5	95.73	97.12
DM03	P-3	18/08/2021	7	450	150.00	150.00	25.950	3.46		3.5	98.86	
DM03	P-4	18/08/2021	14	450	150.00	150.00	25.540	3.41		3.5	97.30	
DM03	P-5	18/08/2021	14	450	150.00	150.00	26.020	3.47	3.46	3.5	99.12	98.81
DM03	P-6	18/08/2021	14	450	150.00	150.00	26.250	3.50		3.5	100.00	
DM03	P-7	18/08/2021	28	450	150.00	150.00	27.800	3.71		3.5	105.90	
DM03	P-8	18/08/2021	28	450	150.00	150.00	27.975	3.73	3.73	3.5	106.57	106.58
DM03	P-9	18/08/2021	28	450	150.00	150.00	28.160	3.75		3.5	107.28	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3. Resistencia a flexión – diseño experimental DM4

En la información adjuntada en la Tabla 43, se puede visualizar los resultados de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado, al sustituir 12.5% de puzolana al cemento y 10% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 43. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM4 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño MPa	(%)	Promedio (%)
DM04	P-1	18/08/2021	7	450	150.00	150.00	22.250	2.97		3.5	84.76	
DM04	P-2	18/08/2021	7	450	150.00	150.00	22.270	2.97	2.99	3.5	84.84	85.31
DM04	P-3	18/08/2021	7	450	150.00	150.00	22.660	3.02		3.5	86.32	
DM04	P-4	18/08/2021	14	450	150.00	150.00	23.720	3.16		3.5	90.36	
DM04	P-5	18/08/2021	14	450	150.00	150.00	23.870	3.18	3.18	3.5	90.93	90.98
DM04	P-6	18/08/2021	14	450	150.00	150.00	24.060	3.21		3.5	91.66	
DM04	P-7	18/08/2021	28	450	150.00	150.00	26.250	3.50		3.5	100.00	
DM04	P-8	18/08/2021	28	450	150.00	150.00	26.270	3.50	3.52	3.5	100.08	100.47
DM04	P-9	18/08/2021	28	450	150.00	150.00	26.600	3.55		3.5	101.33	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.4. Resistencia a flexión – diseño experimental DM5

En la información adjunta en la Tabla 44, se puede apreciar los resultados de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 15% de puzolana al cemento y 12.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 44. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM5 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño MPa	(%)	Promedio (%)
DM05	P-1	17/08/2021	7	450	150.00	150.00	16.080	2.14		3.5	61.26	
DM05	P-2	17/08/2021	7	450	150.00	150.00	18.800	2.51	2.39	3.5	71.62	68.39
DM05	P-3	17/08/2021	7	450	150.00	150.00	18.980	2.53		3.5	72.30	
DM05	P-4	17/08/2021	14	450	150.00	150.00	19.660	2.62		3.5	74.90	
DM05	P-5	17/08/2021	14	450	150.00	150.00	19.580	2.61	2.60	3.5	74.59	74.27
DM05	P-6	17/08/2021	14	450	150.00	150.00	19.250	2.57		3.5	73.33	
DM05	P-7	17/08/2021	28	450	150.00	150.00	23.950	3.19		3.5	91.24	
DM05	P-8	17/08/2021	28	450	150.00	150.00	24.290	3.24	3.24	3.5	92.53	92.56
DM05	P-9	17/08/2021	28	450	150.00	150.00	24.650	3.29		3.5	93.90	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.5. Resistencia a flexión – diseño experimental DM6

En la Tabla 45, se muestra los resultados resistencia promedios a flexión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 7.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 45. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM6 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño MPa	(%)	Promedio (%)
DM06	P-1	15/09/2021	7	450	150.80	151.28	26.680	3.48		3.5	99.40	
DM06	P-2	15/09/2021	7	450	150.50	150.67	26.950	3.55	3.55	3.5	101.42	101.32
DM06	P-3	15/09/2021	7	450	150.30	149.98	27.120	3.61		3.5	103.14	
DM06	P-4	15/09/2021	14	450	151.35	150.63	28.150	3.69		3.5	105.39	
DM06	P-5	15/09/2021	14	450	150.85	150.35	29.630	3.91	3.76	3.5	111.72	107.30
DM06	P-6	15/09/2021	14	450	151.04	152.14	28.490	3.67		3.5	104.78	
DM06	P-7	15/09/2021	28	450	150.00	149.68	32.120	4.30		3.5	115.23	
DM06	P-8	15/09/2021	28	450	150.36	150.27	32.560	4.32	4.30	3.5	119.52	122.88
DM06	P-9	15/09/2021	28	450	151.26	151.15	32.910	4.29		3.5	122.44	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.6. Resistencia a flexión – diseño experimental DM7

En la información adjunta en la Tabla 46, se puede apreciar los resultados de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 5% puzolana al cemento.

Tabla 46. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM7 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño MPa	(%)	Promedio (%)
DM07	P-1	15/09/2021	7	450	150.35	150.61	20.180	2.66		3.5	76.08	
DM07	P-2	15/09/2021	7	450	150.03	150.00	21.920	2.92	2.78	3.5	83.49	79.42
DM07	P-3	15/09/2021	7	450	150.00	150.00	20.660	2.75		3.5	78.70	
DM07	P-4	15/09/2021	14	450	150.73	151.79	28.560	3.70		3.5	105.73	
DM07	P-5	15/09/2021	14	450	151.35	152.14	28.680	3.68	3.72	3.5	105.26	106.26
DM07	P-6	15/09/2021	14	450	150.18	151.32	28.830	3.77		3.5	107.79	
DM07	P-7	15/09/2021	28	450	150.55	150.25	31.850	4.22		3.5	120.49	
DM07	P-8	15/09/2021	28	450	150.32	151.35	31.550	4.12	4.17	3.5	117.80	119.02
DM07	P-9	15/09/2021	28	450	150.05	151.11	31.650	4.16		3.5	118.77	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.7. Resistencia a flexión – diseño experimental DM8

En la información contenida en la Tabla 47, se indica los valores de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado, al sustituir 10% puzolana al cemento.

Tabla 47. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM8 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño MPa	(%)	Promedio (%)
DM08	P-1	15/09/2021	7	450	150.00	150.00	24.950	3.33		3.5	95.05	
DM08	P-2	15/09/2021	7	450	150.00	150.00	24.620	3.28	3.31	3.5	93.79	94.46
DM08	P-3	15/09/2021	7	450	150.00	150.00	24.820	3.31		3.5	94.55	
DM08	P-4	15/09/2021	14	450	150.14	151.18	27.360	3.59		3.5	102.51	
DM08	P-5	15/09/2021	14	450	151.36	150.76	27.120	3.55	3.59	3.5	101.36	102.62
DM08	P-6	15/09/2021	14	450	150.12	151.61	27.910	3.64		3.5	103.99	
DM08	P-7	15/09/2021	28	450	150.00	150.00	32.710	4.36		3.5	124.61	
DM08	P-8	15/09/2021	28	450	150.00	150.00	32.090	4.28	4.32	3.5	122.25	123.47
DM08	P-9	15/09/2021	28	450	150.00	150.00	32.430	4.32		3.5	123.54	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.8. Resistencia a flexión – diseño experimental DM9

En la Tabla 48, se indica los resultados obtenidos de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado, al sustituir 15% puzolana al cemento.

Tabla 48. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM9 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño MPa	(%)	Promedio (%)
DM09	P-1	15/09/2021	7	450	150.00	150.00	27.350	3.65		3.5	104.19	
DM09	P-2	16/09/2021	7	450	150.00	150.00	26.650	3.55	3.60	3.5	101.52	102.79
DM09	P-3	16/09/2021	7	450	150.00	150.00	26.950	3.59		3.5	102.67	
DM09	P-4	16/09/2021	14	450	152.54	152.18	29.720	3.79		3.5	108.17	
DM09	P-5	16/09/2021	14	450	152.41	151.78	28.680	3.68	3.73	3.5	105.02	106.65
DM09	P-6	16/09/2021	14	450	151.26	152.05	29.040	3.74		3.5	106.77	
DM09	P-7	16/09/2021	28	450	150.00	150.00	32.670	4.36		3.5	124.46	
DM09	P-8	16/09/2021	28	450	150.00	150.00	32.390	4.32	4.35	3.5	123.39	124.23
DM09	P-9	16/09/2021	28	450	150.00	150.00	32.770	4.37		3.5	124.84	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.9. Resistencia a flexión – diseño experimental DM10

En la información adjuntada en la Tabla 49, se puede apreciar los resultados de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de hidratación, al sustituir 5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 49. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM10 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño MPa	(%)	Promedio (%)
DM10	P-1	17/09/2021	7	450	150.80	150.35	25.520	3.37		3.5	96.25	
DM10	P-2	16/09/2021	7	450	150.50	151.11	25.950	3.40	3.37	3.5	97.09	96.24
DM10	P-3	16/09/2021	7	450	151.30	152.25	26.020	3.34		3.5	95.39	
DM10	P-4	16/09/2021	14	450	151.18	150.21	28.120	3.71		3.5	105.99	
DM10	P-5	16/09/2021	14	450	151.14	150.80	27.990	3.66	3.69	3.5	104.70	105.30
DM10	P-6	16/09/2021	14	450	151.18	150.21	27.910	3.68		3.5	105.20	
DM10	P-7	16/09/2021	28	450	151.19	152.66	30.920	3.95		3.5	112.83	
DM10	P-8	16/09/2021	28	450	153.19	150.91	31.210	4.03	3.97	3.5	115.02	113.55
DM10	P-9	16/09/2021	28	450	151.62	152.11	30.780	3.95		3.5	112.81	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.10. Resistencia a flexión – diseño experimental DM11

En la Tabla 50, se puede visualizar los resultados de resistencia promedio a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado, al sustituir 15% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 50. Resultados de resistencia promedio a flexión – DM11 a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Testigo	Elaboración	Edad Rotura	Long. de luz	Ancho	h	KN	(MPa)	Promedio (MPa)	Diseño MPa	(%)	Promedio (%)
DM11	P-1	16/09/2021	7	450	152.22	150.95	24.350	3.16		3.5	90.26	
DM11	P-2	16/09/2021	7	450	153.61	149.98	24.890	3.24	3.23	3.5	92.62	92.25
DM11	P-3	16/09/2021	7	450	151.92	150.59	25.150	3.29		3.5	93.86	
DM11	P-4	16/09/2021	14	450	150.05	150.89	27.150	3.58		3.5	102.18	
DM11	P-5	16/09/2021	14	450	150.89	150.00	24.980	3.31	3.59	3.5	94.60	102.68
DM11	P-6	16/09/2021	14	450	150.91	152.14	30.230	3.89		3.5	111.27	
DM11	P-7	16/09/2021	28	450	151.26	153.69	31.930	4.02		3.5	114.90	
DM11	P-8	16/09/2021	28	450	152.68	153.74	29.630	3.69	3.87	3.5	105.57	110.56
DM11	P-9	16/09/2021	28	450	150.69	153.10	30.550	3.89		3.5	111.20	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Comparación de resistencia a compresión

##### 4.4.1. Resultados de resistencia promedio a compresión

En la información adjunta en la Tabla 51, se puede apreciar los resultados de resistencia promedio a compresión de todos los diseños a los 7, 14 y 28 días de hidratación, para la obtención del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 51. Resultados de resistencia promedio a compresión a los 7, 14 y 28 días

Descripción		Edades promedio de concreto endurecido Resistencia a compresión.			
Elaboración	Agregado (P) / (CM)	0 días kg/cm <sup>2</sup>	7 días kg/cm <sup>2</sup>	14 días kg/cm <sup>2</sup>	28 días kg/cm <sup>2</sup>
DM01 - Cilíndricas	P0%; CM0%	0	195.421	234.391	255.156
DM02 - Cilíndricas	P7.5%; CM5%	0	148.609	174.551	187.793
DM03 - Cilíndricas	P10%; CM7.5%	0	160.141	167.973	185.305
DM04 - Cilíndricas	P12.5%; CM10%	0	121.379	132.929	156.956
DM05 - Cilíndricas	P15%; CM12.5%	0	131.925	155.092	166.387
DM06 - Cilíndricas	P0%; CM7.5%	0	213.654	237.827	269.339
DM07 - Cilíndricas	P5%; CM0%	0	189.130	246.028	263.788
DM08 - Cilíndricas	P10%; CM0%	0	200.736	234.801	272.788
DM09 - Cilíndricas	P15%; CM0%	0	227.215	258.179	282.302
DM10 - Cilíndricas	P0%; CM5%	0	198.508	235.558	244.972
DM11 - Cilíndricas	P0%; CM15%	0	166.592	201.912	224.995

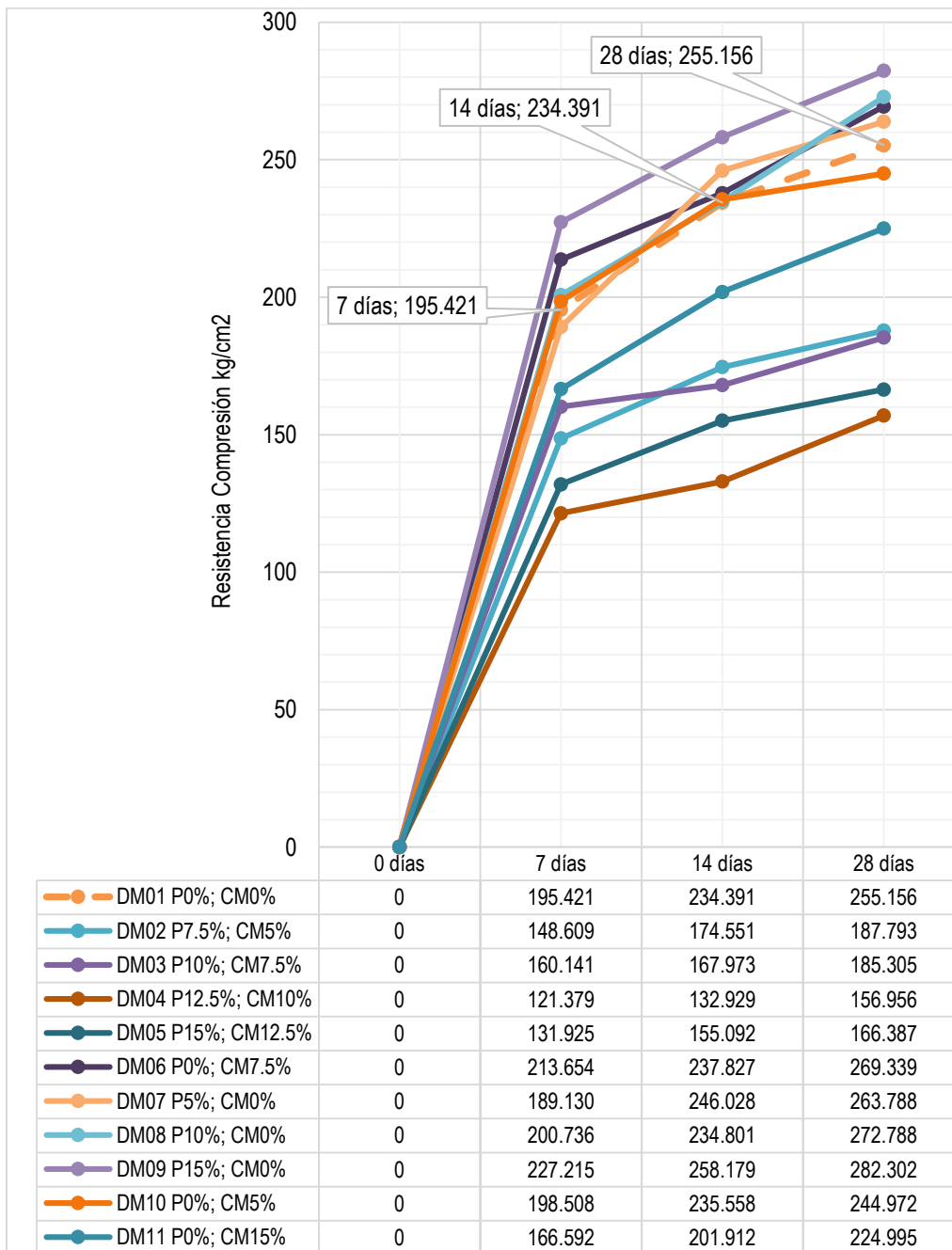
Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Evolución de la resistencia a la compresión

En la información adjunta en la Figura 18, nos muestra cada porcentaje de reemplazo de puzolana al cemento y/o concha de mejillón al agrado fino, la evolución de la resistencia a la compresión para diferentes edades. Los días que se tomaron la medición fueron a los 7, 14 y 28 días, que son las edades usuales que se estudia en un concreto. Como se puede visualizar, en los resultados obtenidos a los 28 días, la sustitución del 15% de puzolana al cemento y 0% de sustitución de concha de mejillón alcanzó la máxima resistencia al compararlo con el concreto patrón y las demás sustituciones.



Figura 18. Evolución de la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días

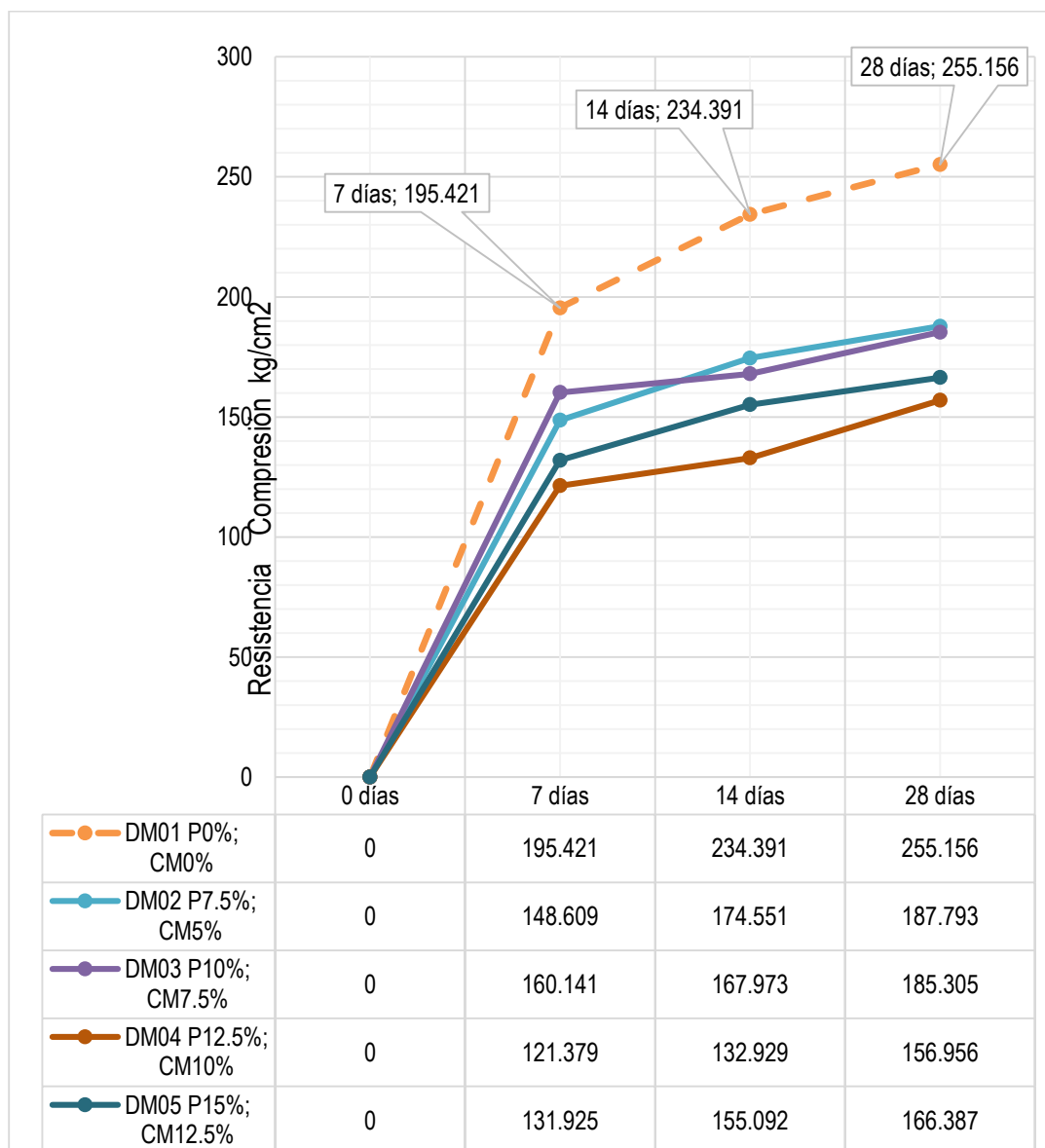


Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.3. Concreto experimental sustituyendo concha de mejillón y puzolana

Los resultados adjuntados en la Figura 19, nos muestra cada uno de los porcentajes de las dosificaciones de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino en una misma muestra experimental, la evolución de la resistencia a la compresión para diferentes edades, en los resultados que se obtuvieron a los 28 días podemos apreciar que ningún diseño experimental llegó a la resistencia requerida.

Figura 19. Evolución de resistencia a la compresión de los diseños experimentales con concha y puzolana

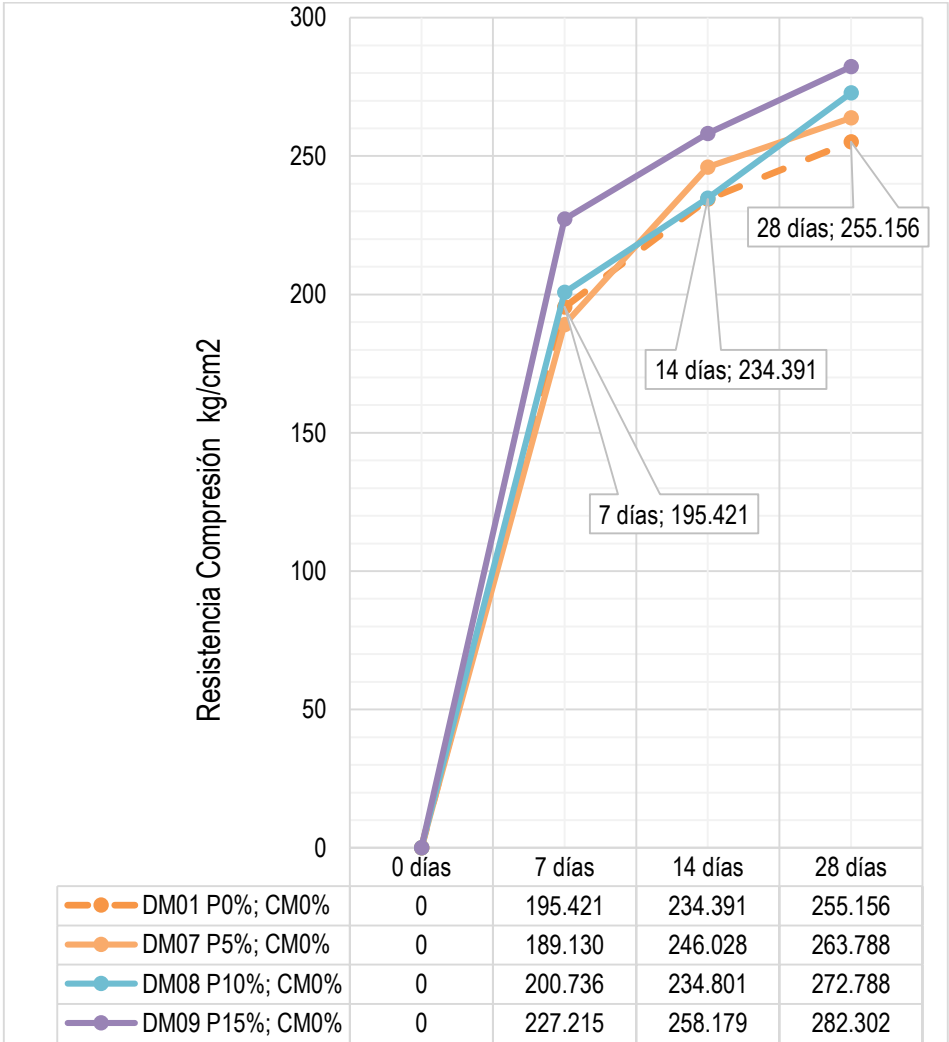


Fuente: Elaboración propia

**4.4.4. Concreto experimental sustituyendo puzolana**

Los resultados adjuntos en la Figura 20, nos muestra cada uno de los porcentajes al sustituir puzolana al cemento y 0% de sustitución de concha al agregado fino en cada muestra experimental. La resistencia a la compresión, para diferentes días, presenta un incremento para cada porcentaje de reemplazo de puzolana. Como se puede visualizar, en los resultados a los 28 días, es donde la sustitución de 15% de puzolana al cemento alcanzó la máxima resistencia con respecto al concreto patrón y a las demás sustituciones.

Figura 20. Evolución de la resistencia a la compresión de los diseños experimentales con puzolana

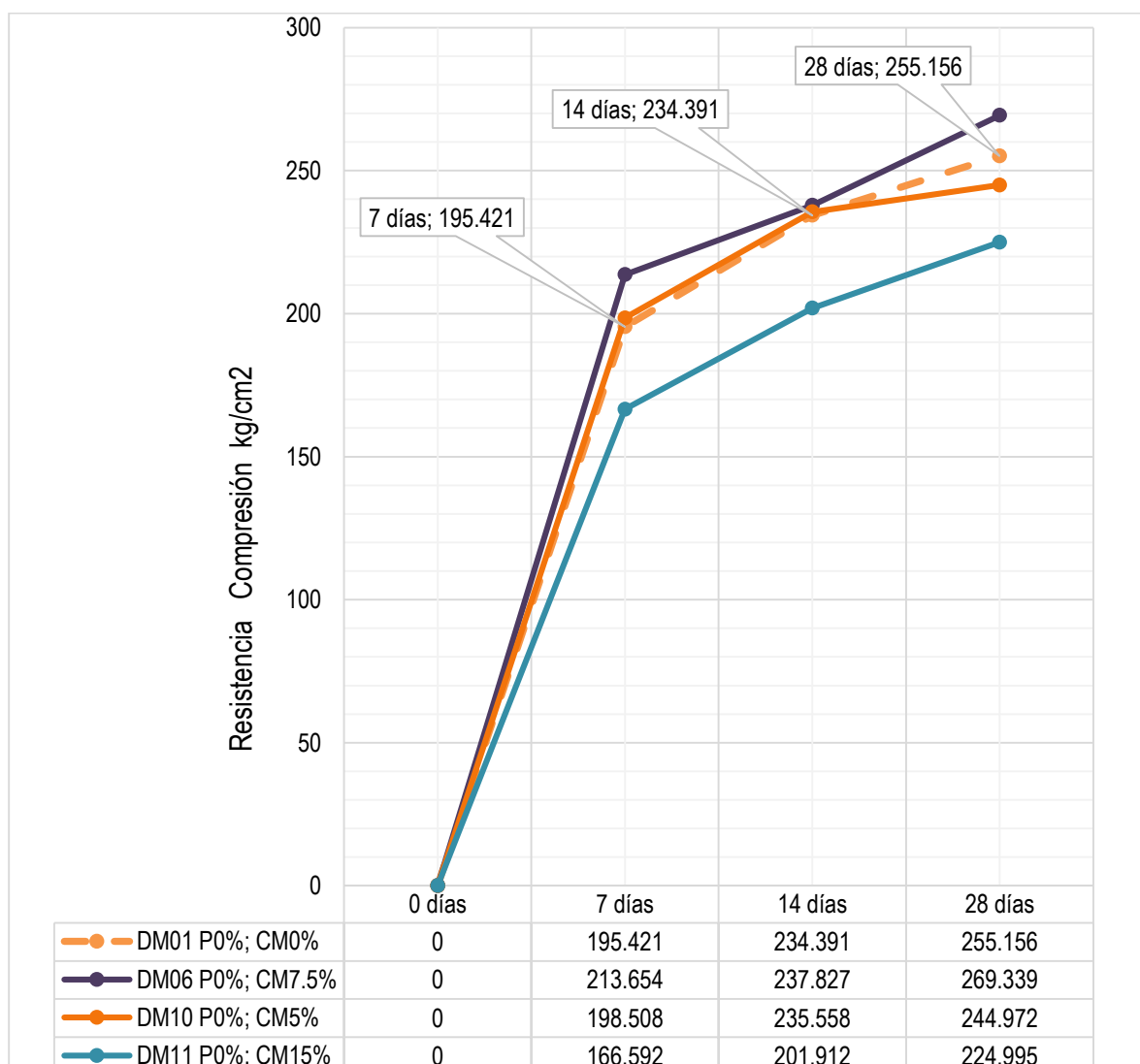


Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.5. Concreto experimental sustituyendo concha de mejillón

Los resultados obtenidos en la Figura 21, nos indica cada uno de los porcentajes al sustituir concha de mejillón al agregado fino y 0% de sustitución de puzolana al cemento, en cada muestra experimental. La resistencia a la compresión, para diferentes días, presenta un incremento para la sustitución de 7.5%, alcanzando el pico máximo de la resistencia (255.16 kg/cm<sup>2</sup>) en comparación las demás sustituciones y la muestra patrón.

Figura 21. Evolución de la resistencia a la compresión de los diseños experimentales con concha de mejillón



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.6. Resultados comparativos de la resistencia a compresión a los 28 días

En la Tabla 52, se visualizan los resultados de resistencia promedio a compresión porcentuales, con los diferentes porcentajes de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino a los 28 días. Como se puede apreciar al sustituir 15% de puzolana al cemento presentó un incremento.

Tabla 52. Resultados comparativos de la resistencia a la compresión a los 28 días

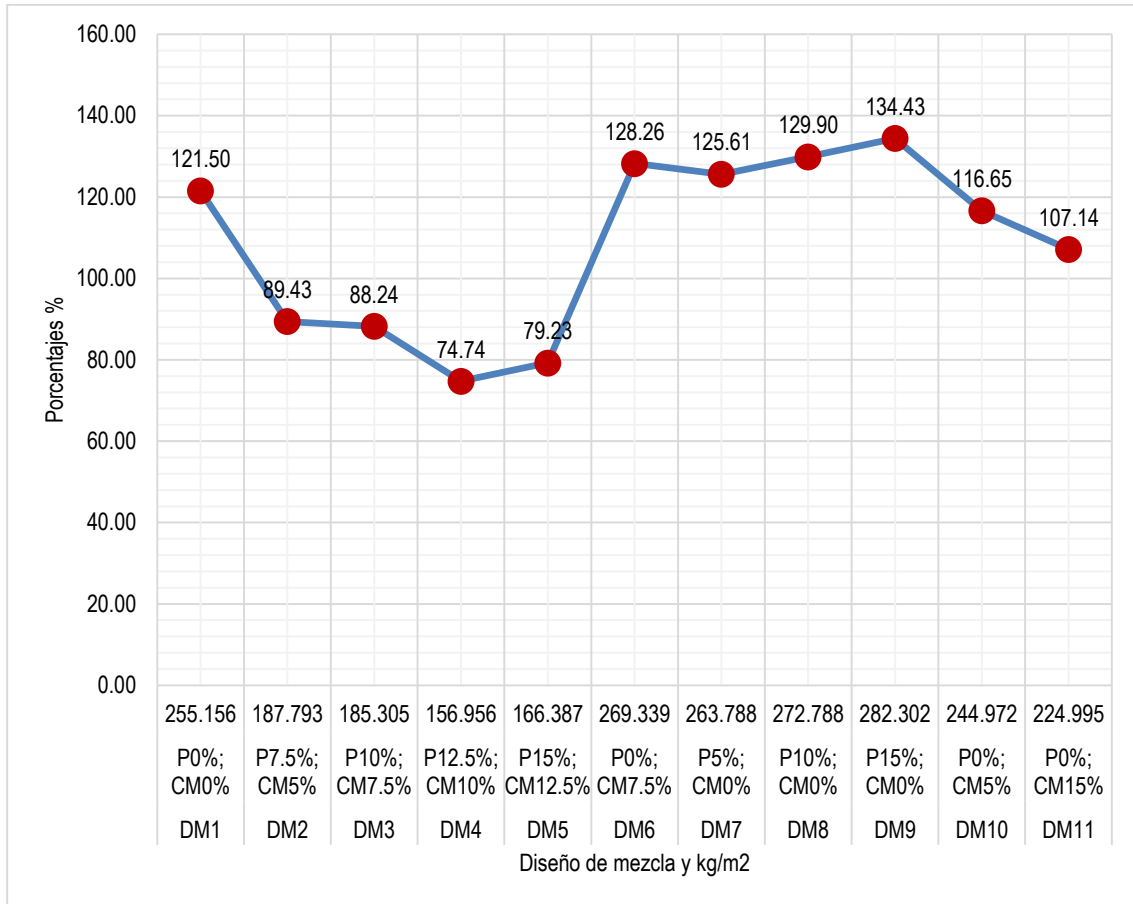
DESCRIPCIÓN	Edad (días)	% Puzolana	% Conchas de mejillón	Área (m <sup>2</sup> )	KN	Fuerza (kg)	Resistencia a compresión		%	% Promedio	Promedio kg/cm <sup>2</sup>
							Rotura kg/cm <sup>2</sup>	Diseño kg/cm <sup>2</sup>			
DM1-C7-Patrón	28			183.602	474.810	48417.325	263.709	210	125.576		
DM1-C8-Patrón	28			183.050	456.420	46542.060	254.259	210	121.076	121.503	255.156
DM1-C9-Patrón	28			183.962	446.500	45530.498	247.499	210	117.857		
DM2-C7	28	7.5	5.0	183.890	333.680	34026.017	185.035	210	88.112		
DM2-C8	28	7.5	5.0	182.522	344.040	35082.447	192.209	210	91.528	89.425	187.793
DM2-C9	28	7.5	5.0	184.780	337.290	34394.136	186.135	210	88.636		
DM3-C7	28	10.0	7.5	181.817	331.940	33848.586	186.169	210	88.652		
DM3-C8	28	10.0	7.5	183.698	331.130	33765.988	183.813	210	87.530	88.241	185.305
DM3-C9	28	10.0	7.5	182.798	333.310	33988.287	185.934	210	88.540		
DM4-C7	28	12.5	10.0	182.343	279.420	28493.016	156.261	210	74.410		
DM4-C8	28	12.5	10.0	182.355	275.170	28059.635	153.874	210	73.273	74.741	156.956
DM4-C9	28	12.5	10.0	183.206	288.780	29447.474	160.735	210	76.540		
DM5-C7	28	15.0	12.5	183.278	304.280	31028.040	169.295	210	80.617		
DM5-C8	28	15.0	12.5	183.542	299.200	30510.022	166.230	210	79.157	79.232	166.387
DM5-C9	28	15.0	12.5	183.710	294.800	30061.346	163.635	210	77.921		
DM6-C7	28		7.5	181.721	482.740	49225.963	270.887	210	128.994		
DM6-C8	28		7.5	180.910	475.800	48518.278	268.191	210	127.710	128.257	269.339
DM6-C9	28		7.5	181.721	479.270	48872.120	268.940	210	128.067		
DM7-C7	28	5.0		180.933	468.810	47805.493	264.216	210	125.817		
DM7-C8	28	5.0		180.850	463.490	47263.002	261.338	210	124.447	125.614	263.788
DM7-C9	28	5.0		181.888	474.130	48347.984	265.811	210	126.577		
DM8-C7	28	10.0		182.068	499.020	50886.067	279.490	210	133.090		
DM8-C8	28	10.0		183.122	491.480	50117.199	273.683	210	130.325	129.899	272.788
DM8-C9	28	10.0		181.482	471.970	48127.725	265.192	210	126.282		
DM9-C7	28	15.0		179.838	500.850	51072.676	283.992	210	135.234		
DM9-C8	28	15.0		182.391	505.470	51543.787	282.601	210	134.572	134.429	282.302
DM9-C9	28	15.0		180.624	496.520	50631.137	280.313	210	133.482		
DM10-C7	28		5.0	179.862	436.250	44485.285	247.330	210	117.776		
DM10-C8	28		5.0	183.680	431.950	44046.805	239.802	210	114.192	116.653	244.972
DM10-C9	28		5.0	178.628	434.050	44260.947	247.782	210	117.992		
DM11-C7	28		15.0	181.160	411.950	42007.365	231.880	210	110.419		
DM11-C8	28		15.0	180.148	392.510	40025.030	222.179	210	105.800	107.141	224.995
DM11-C9	28		15.0	182.475	395.340	40313.610	220.927	210	105.203		

Fuente: Elaboración propia

La Figura 22, nos muestra los resultados porcentuales de la resistencia promedio a compresión de todos los diseños a los 28 días de hidratación, en la que se obtuvo una resistencia de 255.156 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto patrón, superando la resistencia de diseño (210 kg/cm<sup>2</sup>). En cuanto a los resultados verificados y observados con conchas de mejillón al 7.5% nos da 269.339 kg/cm<sup>2</sup> y puzolana al 5% 10% y 15% con respecto a la masa del material a sustituir. Se observa que la mejor resistencia a compresión

es 282.302 kg/cm<sup>2</sup>, para el cual se reemplazó 15% de puzolana al cemento.

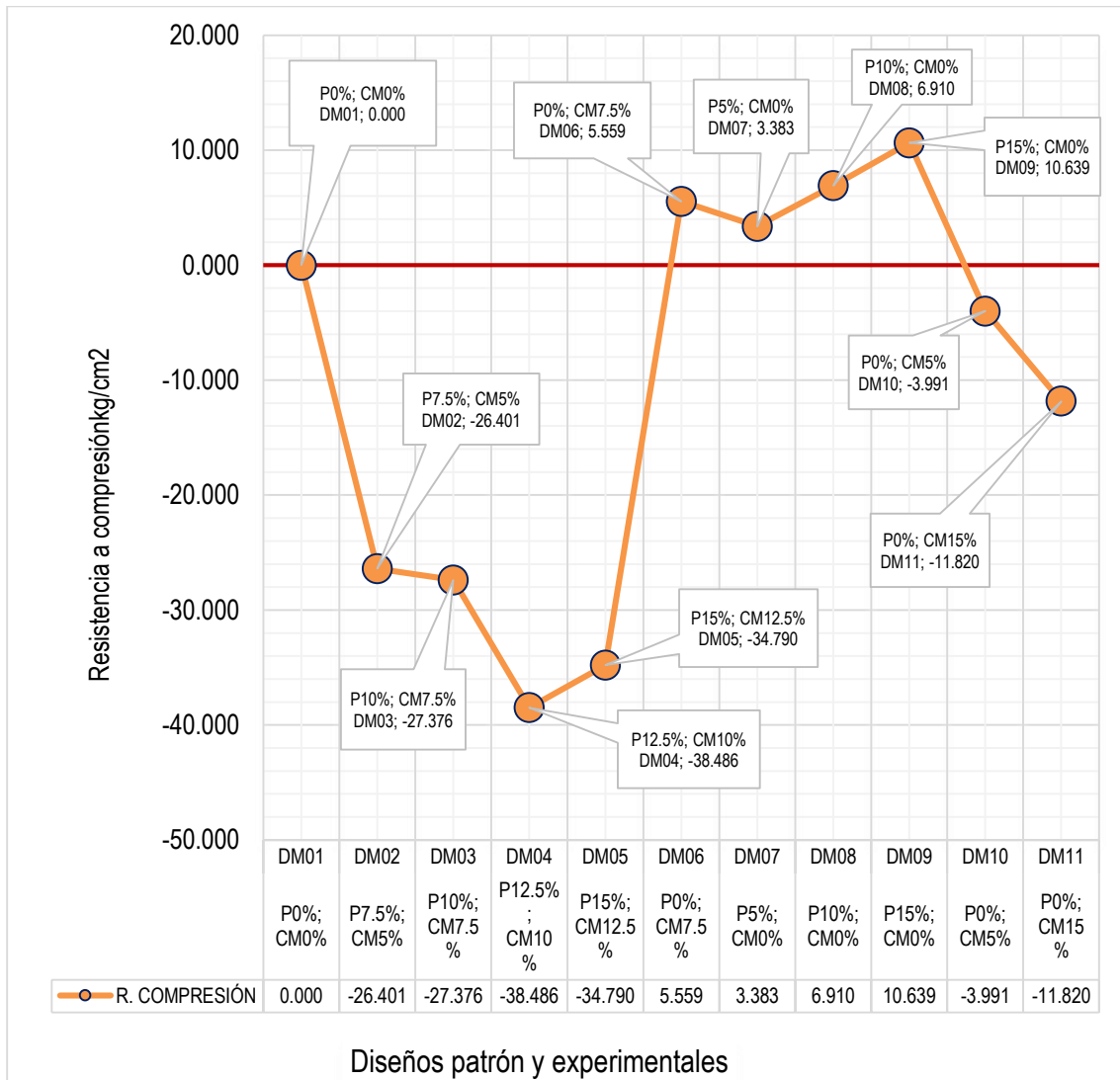
Figura 22. Resultados de resistencia a la compresión promedio porcentual de cada diseño con respecto al diseño requerido (210kg/cm<sup>2</sup>)



Fuente: Elaboración propia

Los resultados indicados en la Figura 23, nos muestra cada uno de los porcentajes de dosificación de concha de mejillón al agregado fino y puzolana al cemento, el incremento porcentual respecto al concreto patrón (DM1), a los 28 días. Como se puede apreciar, al reemplazar 7.5% concha de mejillón al agregado fino y 0% de puzolana incremento la resistencia a la compresión en 5.56%. Todas las sustituciones de puzolana al cemento y 0% de concha tuvieron un incremento porcentual respecto al concreto patrón, en donde se obtuvo un máximo incremento de 10.64% al reemplazar 15% de puzolana al cemento.

Figura 23. Evolución de la resistencia a la compresión de cada diseño experimental en comparación con el concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Comparación de resistencia a flexión

##### 4.5.1. Resultados promediados de resistencia a flexión

En la información adjunta en la Tabla 53, se puede apreciar los resultados promediados de resistencia a la flexión de todos los diseños a los 7, 14 y 28 días de hidratación, para la obtención del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 53. Resultados promediados de la resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado

Diseño y porcentajes de sustitución		Edades promedio de concreto endurecido resistencia a flexión, (MPa)			
Diseño	Agregado a sustituir (P) Y (CM)	0 días	7 días	14 días	28 días
DM01 - Prismática	P0; CM0	0	3.45	3.71	4.10
DM02 - Prismática	P7.5; CM5	0	2.87	3.14	3.39
DM03 - Prismática	P10; CM7.5	0	3.40	3.46	3.73
DM04 - Prismática	P12.5; CM10	0	2.99	3.18	3.52
DM05 - Prismática	P15; CM12.5	0	2.39	2.60	3.24
DM06 - Prismática	P0; CM7.5	0	3.55	3.76	4.30
DM07 - Prismática	P5; CM0	0	2.78	3.72	4.17
DM08 - Prismática	P10; CM0	0	3.31	3.59	4.32
DM09 - Prismática	P15; CM0	0	3.60	3.73	4.35
DM10 - Prismática	P0; CM5	0	3.37	3.69	3.97
DM11 - Prismática	P0; CM15	0	3.10	3.46	3.74

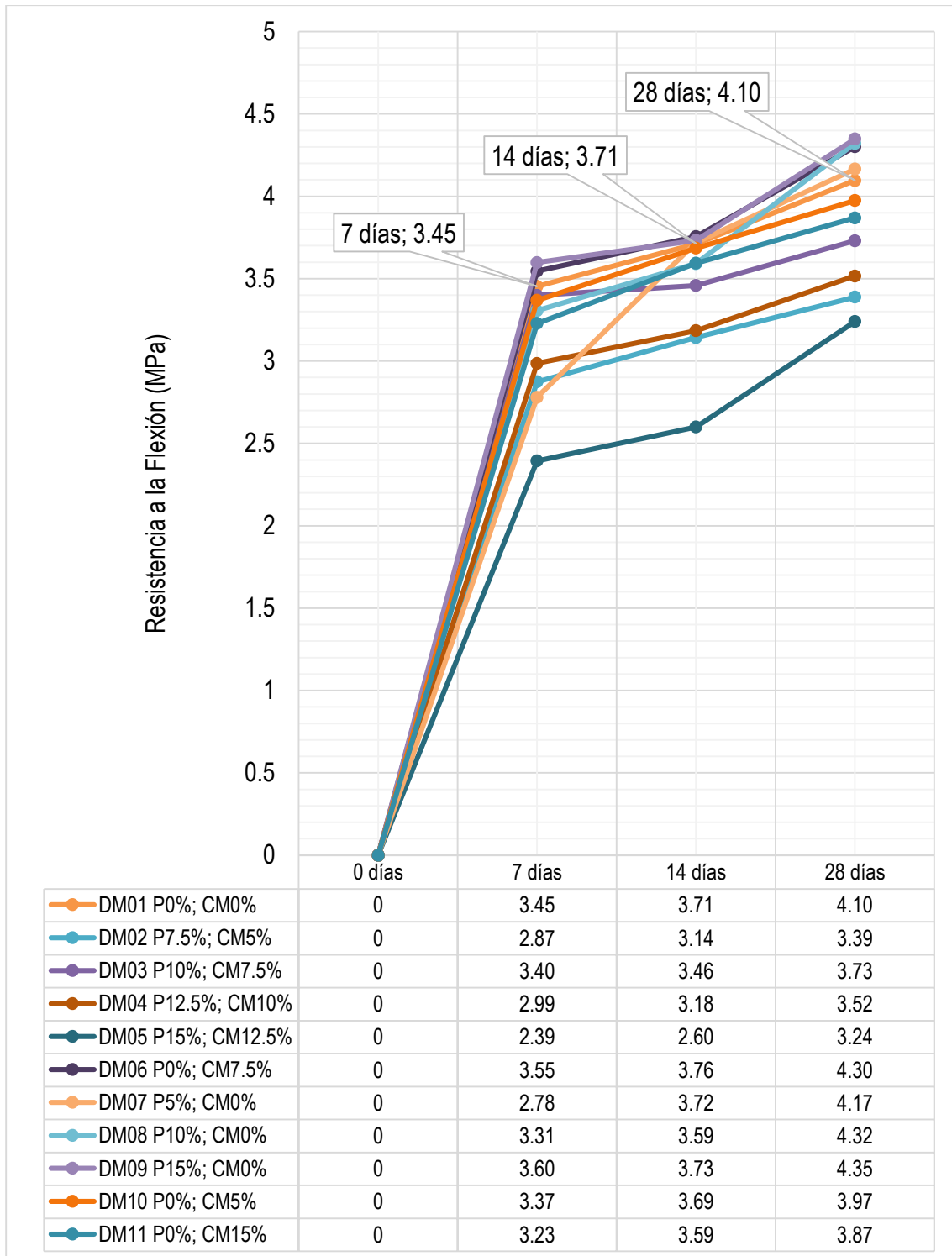
*Fuente: Elaboración propia*

#### 4.5.2. Evolución de la resistencia a la flexión

Los resultados obtenidos en la Figura 24, nos indica cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y/o concha de mejillón al agrado fino, la variación de la resistencia a la flexión para diferentes edades. Los días que se tomaron la medición fueron a los 7, 14 y 28 días, que son las edades usuales que se estudia en un concreto. Como se puede visualizar, en los resultados obtenidos a los 28 días, la sustitución del 15% de puzolana al cemento y 0% de sustitución de concha de mejillón alcanzó la máxima resistencia al compararlo con el concreto patrón y las demás sustituciones.

*Figura 24. Evolución de la resistencia a flexión a los 7, 14 y 28 días de curado*



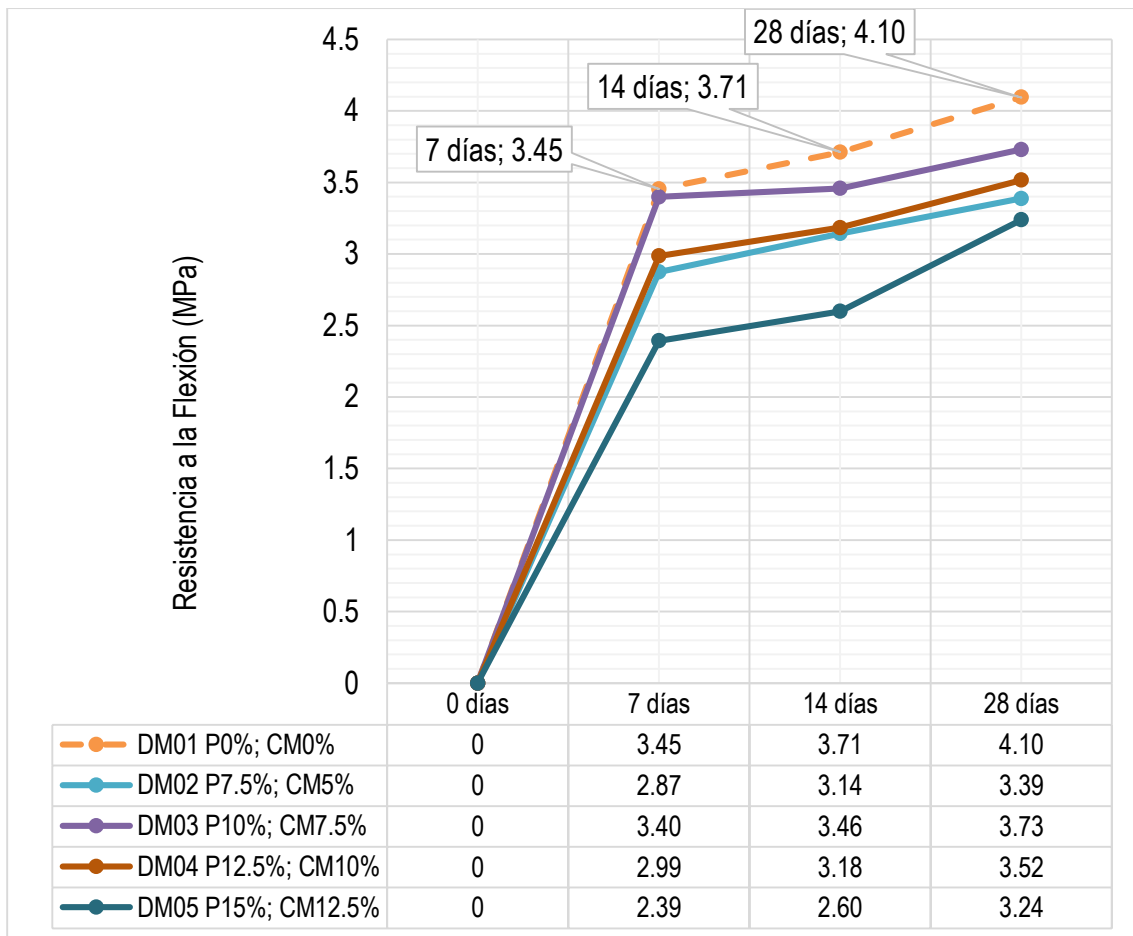


Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.3. Concreto experimental sustituyendo conchas de mejillón y puzolana

Los resultados adjuntos en la Figura 25, nos indica cada uno de los porcentajes de las sustituciones de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino en una misma muestra experimental, la variación de la resistencia a la flexión para diferentes edades, en los resultados que se obtuvieron a los 28 días podemos apreciar que ningún diseño experimental llegó a la resistencia requerida.

Figura 25. Evolución de los ensayos a resistencia a flexión en diseños patrón (DM1) y experimentales sustituyendo con concha de mejillón y puzolana



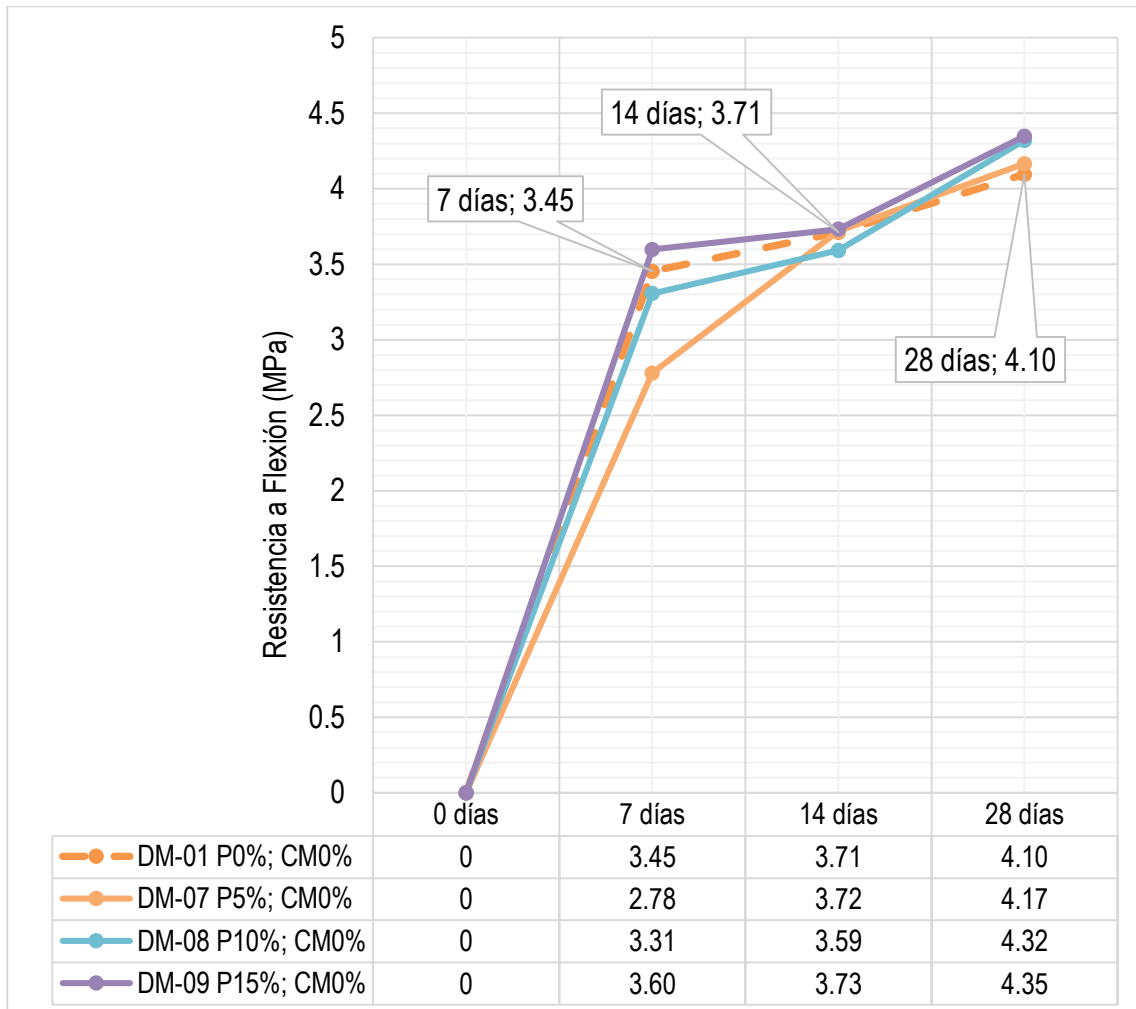
Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.4. Concreto experimental sustituyendo puzolana

Los resultados adjuntos en la Figura 26, nos muestra cada uno de los porcentajes al sustituir puzolana al cemento y 0% de sustitución de concha al agregado fino en cada muestra experimental. La resistencia a la flexión, para diferentes días, presenta un incremento para cada porcentaje de reemplazo de puzolana. Como se puede visualizar, en los

resultados a los 28 días, es donde la sustitución de 15% de puzolana al cemento alcanzó la máxima resistencia con respecto al concreto patrón y a las demás sustituciones.

Figura 26. Evolución de la resistencia a la flexión de los diseños experimentales con puzolana

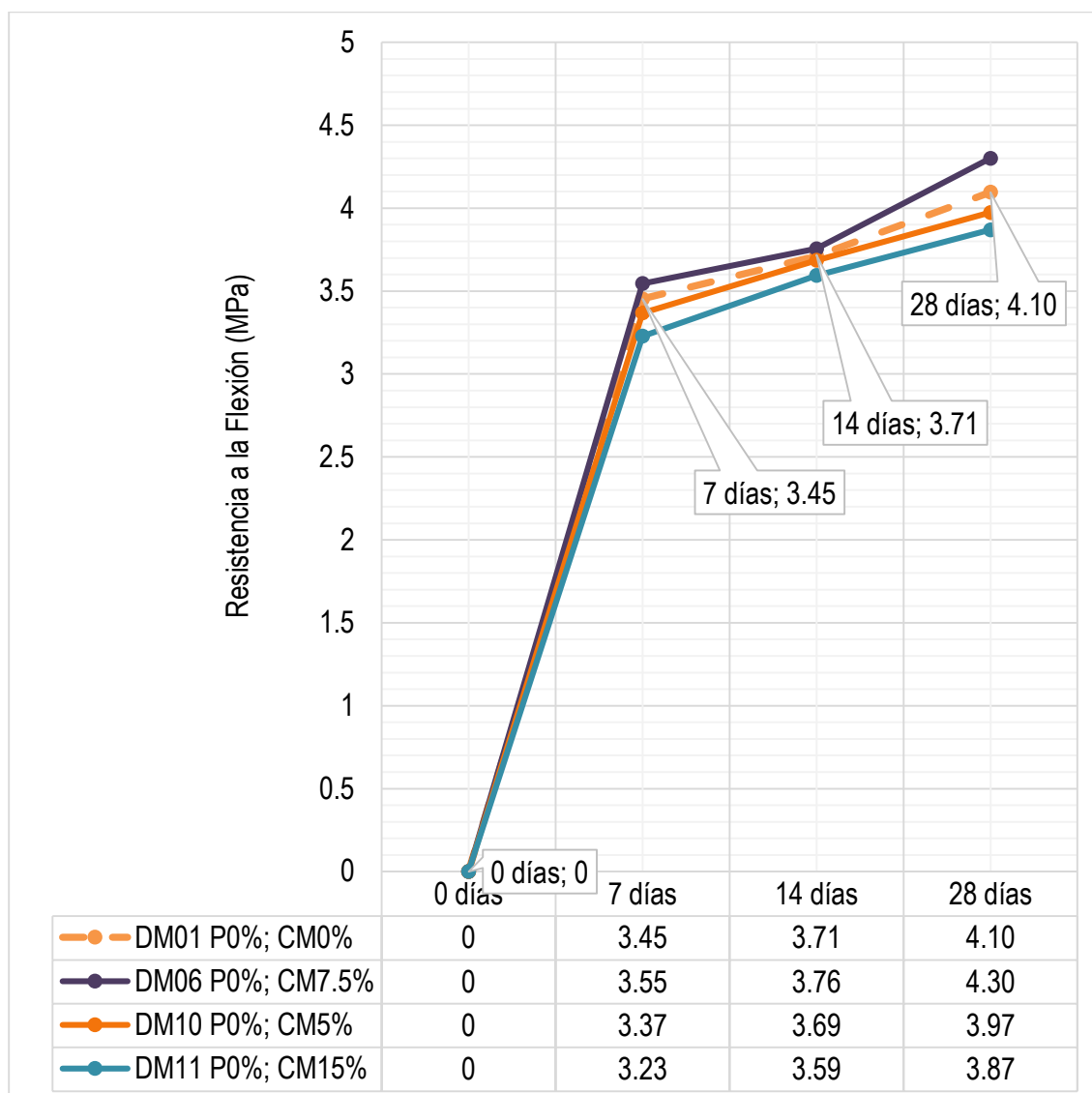


Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.5. Concreto experimental sustituyendo conchas de mejillón

Los resultados obtenidos en la Figura 27, nos indica cada uno de los porcentajes al sustituir concha de mejillón al agregado fino y 0% de sustitución de puzolana al cemento, en cada concreto experimental. La resistencia a la flexión, para diferentes días, presenta un incremento para la sustitución de 7.5%, alcanzando el pico máximo de la resistencia (4.17 *Mpa*) en comparación las demás sustituciones y la muestra patrón.

Figura 27. Evolución en la resistencia a la flexión de los diseños experimentales con concha de mejillón



Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.6. Resultados comparativos de resistencia a la flexión a los 28 días

En la información adjuntada en la Tabla 54, se puede apreciar los resultados de resistencia promedios a flexión porcentuales, con diferentes porcentajes de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino a los 28 días. Como se puede apreciar al sustituir 15% de puzolana al cemento presentó un incremento. Según norma CE 010 pavimentos urbanos rígidos.

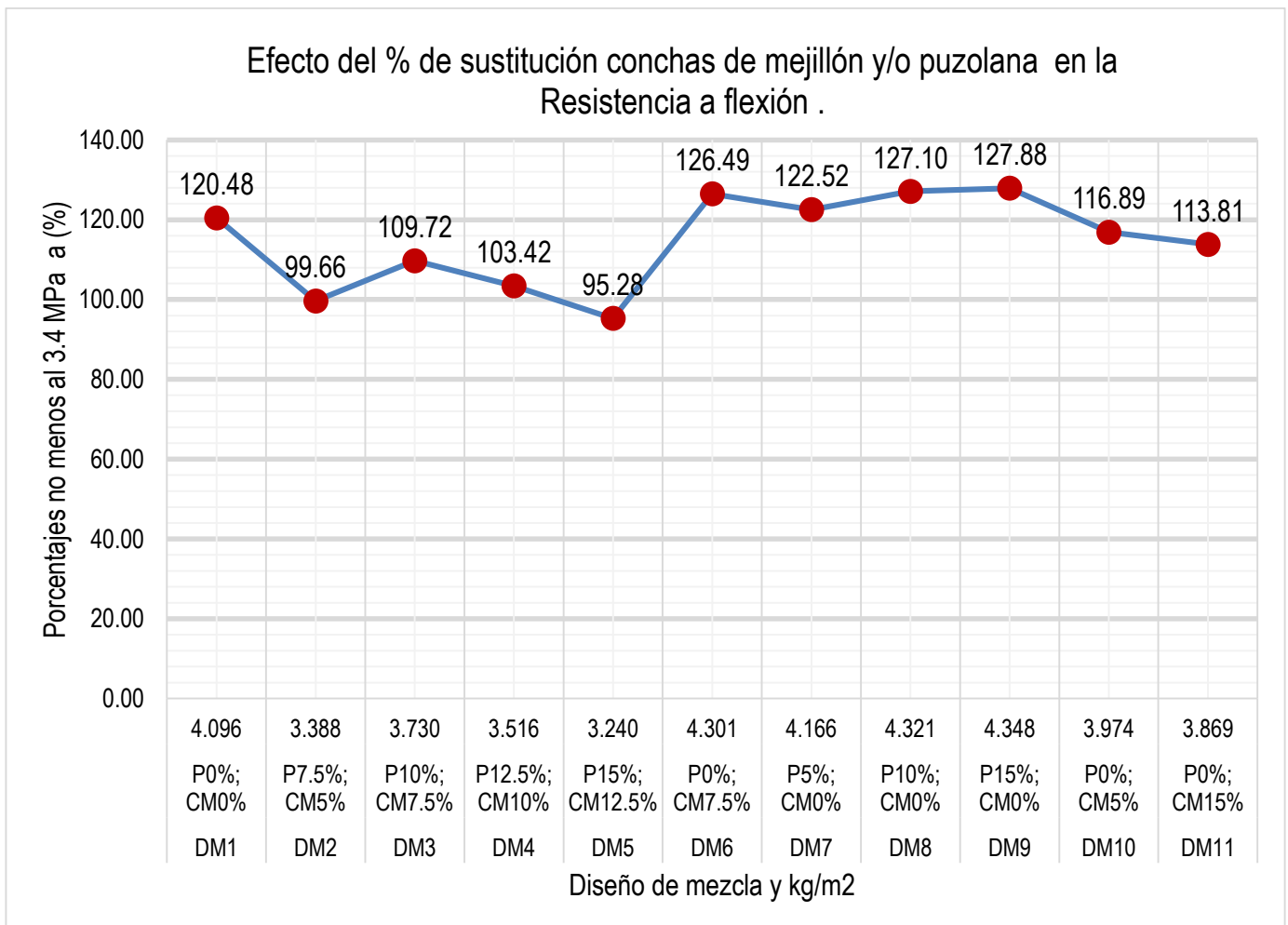
Tabla 54. Resultados comparativos de resistencia a la flexión a los 28 días

Fuente: Elaboración propia

Diseño	Edad (días)	% (P)	% (CM)	Long. de Luz	Ancho	Alto	KN	Resistencia a flexión		% Resistencia	% Promedio Resistencia	Promedio (MPa)
								Rotura (MPa)	Diseño (MPa)			
DM1	28			450	150	151	31.62	4.16	3.40	122.48 %		4.10
				450	150	150	30.28	4.01	3.40	117.97 %	120.48 %	
				450	150	150	30.89	4.11	3.40	120.98 %		
DM2	28	7.5%	5%	450	150	150	25.60	3.41	3.40	100.39 %		3.39
		7.5%	5%	450	150	150	25.38	3.38	3.40	99.53 %	99.66 %	
		7.5%	5%	450	150	150	25.26	3.37	3.40	99.06 %		
DM3	28	10.0%	7.5%	450	150	150	27.80	3.71	3.40	109.02 %		3.73
		10.0%	7.5%	450	150	150	27.98	3.73	3.40	109.71 %	109.72 %	
		10.0%	7.5%	450	150	150	28.16	3.75	3.40	110.43 %		
DM4	28	12.5%	10%	450	150	150	26.25	3.50	3.40	102.94 %		3.52
		12.5%	10%	450	150	150	26.27	3.50	3.40	103.02 %	103.42 %	
		12.5%	10%	450	150	150	26.60	3.55	3.40	104.31 %		
DM5	28	15.0%	12.5%	450	150	150	23.95	3.19	3.40	93.92 %		3.24
		15.0%	12.5%	450	150	150	24.29	3.24	3.40	95.25 %	95.28 %	
		15.0%	12.5%	450	150	150	24.65	3.29	3.40	96.67 %		
DM6	28		7.5%	450	150	150	32.12	4.30	3.40	126.50 %		4.30
			7.5%	450	150	150	32.56	4.32	3.40	126.93 %	126.49 %	
			7.5%	450	151	151	32.91	4.29	3.40	126.04 %		
DM7	28	5%		450	151	150	31.85	4.22	3.40	124.03 %		4.17
		5%		450	150	151	31.55	4.12	3.40	121.27 %	122.52 %	
		5%		450	150	151	31.65	4.16	3.40	122.26 %		
DM8	28	10%		450	150	150	32.71	4.36	3.40	128.27 %		4.32
		10%		450	150	150	32.09	4.28	3.40	125.84 %	127.10 %	
		10%		450	150	150	32.43	4.32	3.40	127.18 %		
DM9	28	15%		450	150	150	32.67	4.36	3.40	128.12 %		4.35
		15%		450	150	150	32.39	4.32	3.40	127.02 %	127.88 %	
		15%		450	150	150	32.77	4.37	3.40	128.51 %		
DM10	28		5%	450	151	153	30.92	3.95	3.40	116.14 %		3.97
			5%	450	153	151	31.21	4.03	3.40	118.40 %	116.89 %	
			5%	450	152	152	30.78	3.95	3.40	116.13 %		
DM11	28		15%	450	151	154	31.93	4.02	3.40	118.28 %		3.87
			15%	450	153	154	29.63	3.69	3.40	108.67 %	113.81 %	
			15%	450	151	153	30.55	3.89	3.40	114.47 %		

En la Figura 28, podemos apreciar los resultados de la resistencia propio a flexión porcentual de todos los diseños a los 28 días de hidratación, en la que se obtuvo una resistencia de 4.096 MPa para el diseño patrón, alcanzado así la resistencia de diseño (210kg/cm<sup>2</sup>). En cuanto a los resultados que se obtuvo al sustituir 7.5% de concha de mejillón nos dio 4.167 MPa y puzolana al 5%, 10% y 15% con respecto al peso del material a sustituir, se observa que la resistencia a flexión a los 28 días de hidratación al 15% nos da 4.348 MPa sustituyendo cemento por puzolana nos mejora la resistencia de flexión de 124.23% y observamos que el diseño patrón su porcentaje es de 117.03%.

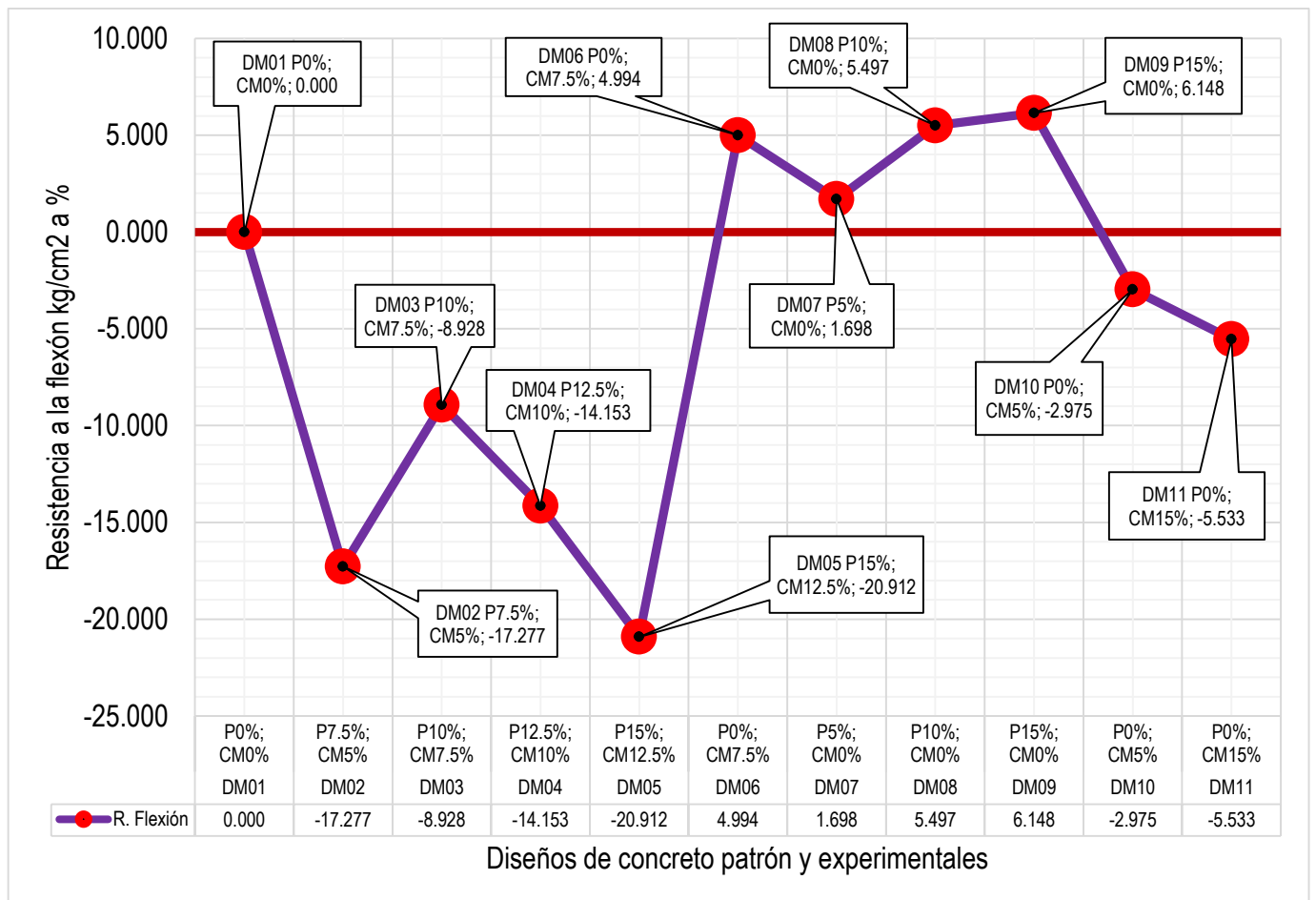
Figura 28. Resultados de resistencia a la flexión promedio porcentual de cada diseño con respecto al diseño requerido (210kg/cm<sup>2</sup>)



Fuente: Elaboración propia

De los resultados indicados en la Figura 29, se puede apreciar cada uno de los porcentajes de sustitución de concha de mejillón al agregado fino y puzolana al cemento, el incremento porcentual respecto al concreto patrón (DM1), a los 28 días. Como se puede apreciar, al reemplazar 7.5% concha de mejillón al agregado fino y 0% de puzolana incremento la resistencia a la compresión en 1.74%. Todas las sustituciones de puzolana al cemento y 0% de concha tuvieron un incremento porcentual respecto al concreto patrón, en donde se obtuvo un incremento máximo de 6.15% al sustituir 15% de puzolana al cemento.

Figura 29. Evolución de la resistencia a la flexión de cada diseño experimental en comparación del diseño patrón a un 0%



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 10. Ensayo granulométrico de los agregados



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

**Solicitante** : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

**Proyecto / Obra** : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".

**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

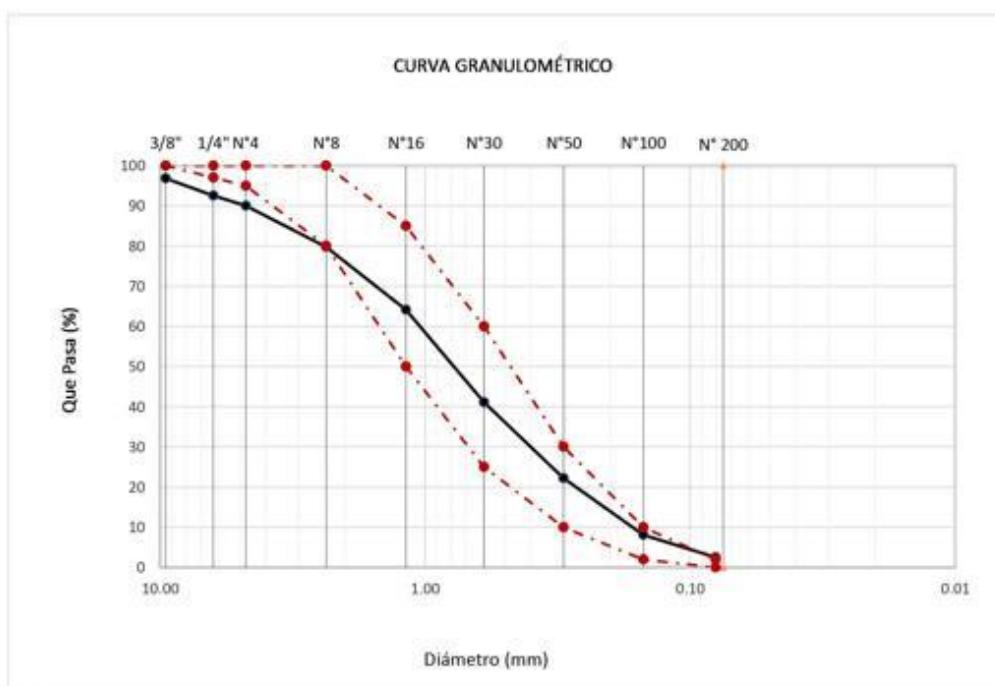
**Fecha de apertura** : Jueves, 12 agosto del 2021

**ENSAYO** : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

**NORMA** : N.T.P. 400.012

**Muestra** : Arena Gruesa **Cantera** : La Victoria - Pátapo

Malla Pulg.	Malla (mm.)	% Retenido		% Que Pasa		GRADACIÓN "C"
		Retenido	Acumulado	Acumulado		
3/8"	9.520	3.16	3.16	96.84		100
1/4"	6.300	4.33	7.50	92.50		97 - 100
Nº 4	4.750	2.45	9.95	90.05		95 - 100
Nº 8	2.360	10.29	20.24	79.76		80 - 100
Nº 16	1.180	15.63	35.88	64.12		50 - 85
Nº 30	0.600	23.04	58.92	41.08		25 - 60
Nº 50	0.300	18.84	77.75	22.25		10 - 30
Nº 100	0.150	14.11	91.87	8.13		2 - 10
Nº 200	0.080	5.61	97.48	2.52		2 - 0
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>						<b>3.05</b>



Observaciones:  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.





Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Jueves, 12 agosto del 2021

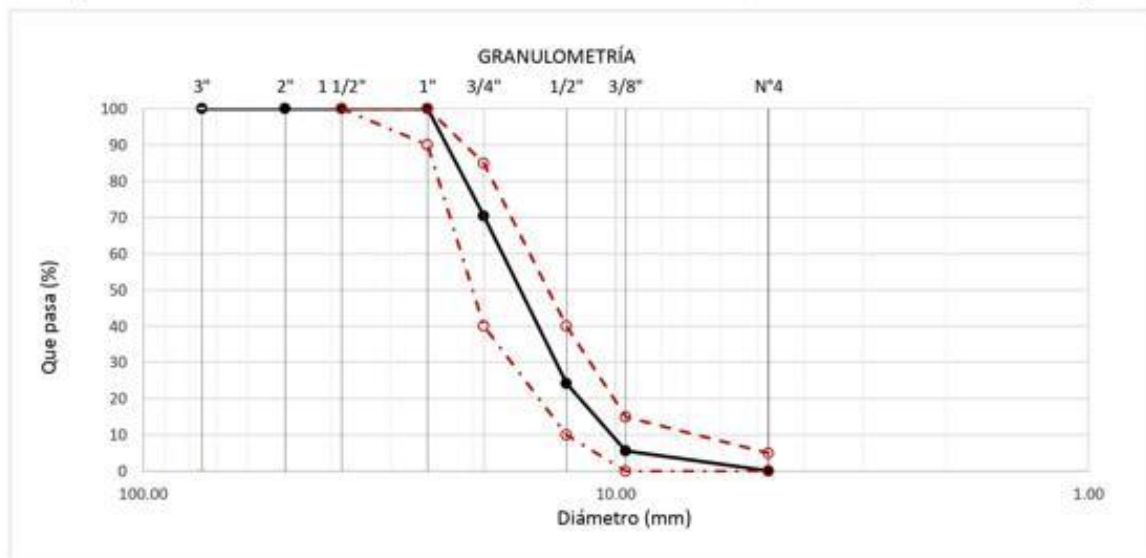
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Pacherras

<b>Análisis Granulométrico por tamizado</b>					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	<b>HUSO</b> <b>56</b>
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	29.6	29.6	70.4	40 - 85
1/2"	12.70	46.2	75.8	24.2	10 - 40
3/8"	9.52	18.6	94.4	5.6	0 - 15
N°4	4.75	5.5	99.9	0.1	0 - 5
<b>TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL</b>					<b>3/4"</b>



**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**Solicitante** : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

**Proyecto / Obra** : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".

**Ubicación** : Dist. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

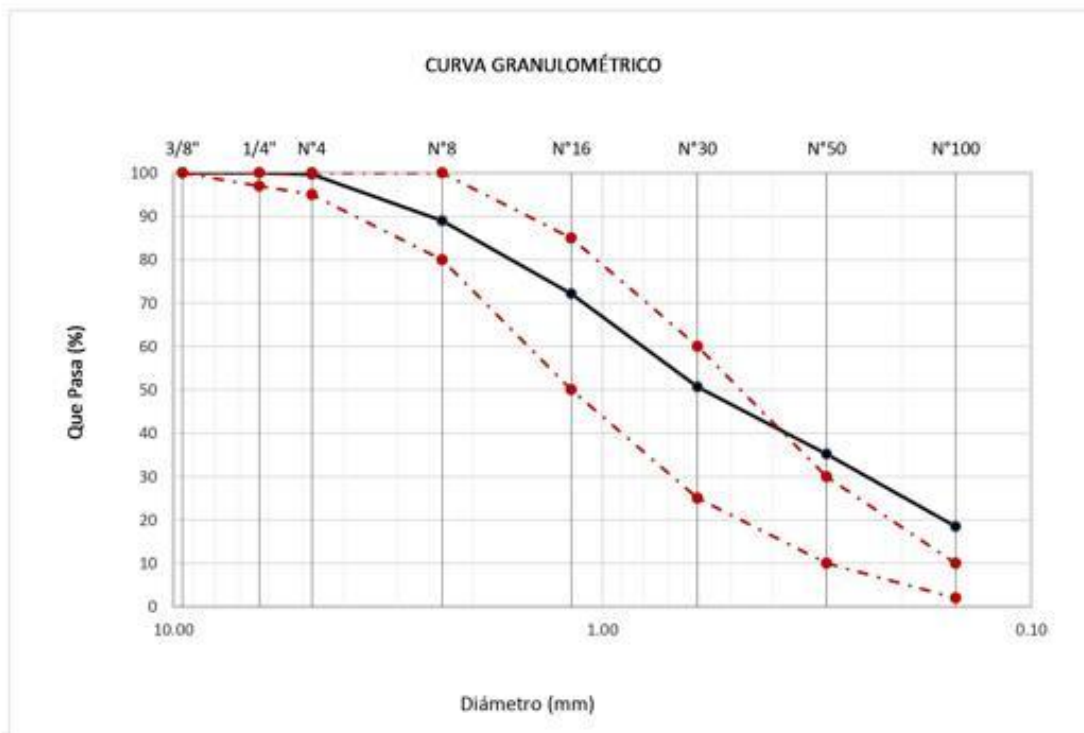
**Fecha de ensayo** : Jueves, 12 agosto del 2021

**ENSAYO** : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.

**NORMA** : N.T.P. 400.012

**Muestra** : Concha de mejillón trituradas - San Rosa

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"	
Pulg.	(mm.)					
3/8"	9.520	0.00	0.00	100.00		100
1/4"	6.300	0.00	0.00	100.00		97 - 100
Nº 4	4.750	0.32	0.32	99.68		95 - 100
Nº 8	2.360	10.68	11.00	89.00		80 - 100
Nº 16	1.180	16.80	27.81	72.19		50 - 85
Nº 30	0.600	21.51	49.31	50.69		25 - 60
Nº 50	0.300	15.46	64.77	35.23		10 - 30
Nº 100	0.150	16.72	81.49	18.51		2 - 10
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.35</b>	



**Observaciones:**  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

## Anexo 11. Ensayos preliminares de los agregados



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

### INFORME

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : Jueves, 12 agosto del 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021


Muestra: Piedra Chancada

Cantera: Pachерres

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.230
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	4.101

#### OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

**Solicitante** : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
**Proyecto / Obra** : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de ensayo** : Jueves, 12 agosto del 2021  
**Ensayo** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
**Referencia** : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada                      Cantera: Pachерres

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1435
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1431
Contenido de Humedad	(%)	0.23

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1564
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1561
Contenido de Humedad	(%)	0.23

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

INFORME

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : Jueves, 12 agosto del 2021

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo - La Victoria

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.533
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.563

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Jueves, 12 agosto del 2021

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Pátapo - La Victoria

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1537
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1532
Contenido de Humedad	(%)	0.30

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1692
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1687
Contenido de Humedad	(%)	0.30

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : Lunes, 02 de agosto del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Concha de mejillón trituradas - Sa Cantera : Pátapo - La Victoria

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm <sup>3</sup> )	2.746
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.833

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.

Fecha de ensayo : Lunes, 02 agosto del 2021

Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)  
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)  
NTP 339.185:2013

Muestra : Concha de mejillón trituradas - San Rosa

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1364
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1317
Contenido de Humedad	(%)	3.54

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m <sup>3</sup> )	1606
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m <sup>3</sup> )	1551
Contenido de Humedad	(%)	3.54

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C** EIRL  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de emisión : Lunes, 09 de agosto del 2021.

ENSAYO : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento Pórtland

NORMA : NTP 334.005

Muestra : Cemento Portland Tipo I - Pacasmayo SA..

<b>Masa de Cemento Portland Tipo I</b>	(gr)	64
<b>Vol.inicial kerosene</b>	(ml)	0
<b>Vol.final desplazado kerosene</b>	(ml)	20.6
<b>Densidad (CEMENTO)</b>	(g/ml)	<b>3.11</b>

Muestra Puzolana - Santa Rosa - Chiclayo

<b>Masa de Puzolana</b>	(gr)	61.47
<b>Vol.inicial kerosene</b>	(ml)	0
<b>Vol.final desplazado kerosene</b>	(ml)	23.9
<b>Densidad (PUZOLANA)</b>	(g/ml)	<b>2.57</b>

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 12. Diseños de mezcla para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20548885974

### INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".  
Ubicación : Dist. Chiclayo Prov. Pimentel, Dpto. Lambayeque  
Fecha de Vaciado : Jueves, 12 de agosto del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA  $f'_{cr} = f'_c + 0\%$   $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

#### CEMENTO

- 1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

#### AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

- 1.- Peso específico de masa 2.515 gr/cm<sup>3</sup>
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.542 gr/cm<sup>3</sup>
- 3.- Peso unitario suelto 2 Kg/m<sup>3</sup>
- 4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m<sup>3</sup>
- 5.- % de absorción 1.1 %
- 6.- Contenido de humedad 0.3 %
- 7.- Módulo de fineza 2.98

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

- 1.- Peso específico de masa 2.615 gr/cm<sup>3</sup>
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.642 gr/cm<sup>3</sup>
- 3.- Peso unitario suelto 1 Kg/m<sup>3</sup>
- 4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m<sup>3</sup>
- 5.- % de absorción 1.0 %
- 6.- Contenido de humedad 1.0 %
- 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	3.2	96.8
Nº 04	6.8	90.0
Nº 08	10.3	79.7
Nº 16	15.6	64.1
Nº 30	23.1	41.0
Nº 50	18.9	22.2
Nº 100	14.1	8.0
Fondo	8.0	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	29.6	70.4
1/2"	46.2	24.2
3/8"	18.6	5.6
Nº 04	5.5	0.1
Fondo	0.1	0.0

#### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**INFORME**

Pag. 02 de 02

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Fecha de Vaciado : Jueves, 12 de agosto del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA  $f'_{cr} = f'_c + 0\%$   $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas

Peso unitario del concreto fresco : 2330 Kg/m<sup>3</sup>

Resistencia promedio a los 7 días : 155 Kg/cm<sup>2</sup>

Porcentaje promedio a los 7 días : 74 %

Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 8.6 bolsas/m<sup>3</sup>

Relación agua cemento de diseño : 0.705

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento 367 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.

Agua 258 L : Potable de la zona.

Agregado fino 785 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

Agregado grueso 920 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso : Cemento Arena Piedra Agua

1.0 2.14 2.51 30.0 Lts/pie<sup>3</sup>

Proporción en volumen : 1.0 2.10 2.66 30.0 Lts/pie<sup>3</sup>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**INFORME**

Pag. 01 de 02

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo Prov. Pimentel, Dpto. Lambayeque  
 Fecha de Vaciado : Jueves, 12 de agosto del 2021.

 DISEÑO DE MEZCLA  $f'_{cr} = f'_c + 50\%$ 
 $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 
**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.515	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.542	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	2	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.1	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de fineza	2.98	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.615	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S	2.642	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.0	%
6.- Contenido de humedad	1.0	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

**Granulometría :**

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	3.2	96.8
Nº 04	6.8	90.0
Nº 08	10.3	79.7
Nº 16	15.6	64.1
Nº 30	23.1	41.0
Nº 50	18.9	22.2
Nº 100	14.1	8.0
Fondo	8.0	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	29.6	70.4
1/2"	46.2	24.2
3/8"	18.6	5.6
Nº 04	5.5	0.1
Fondo	0.1	0.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**INFORME**

Pag. 02 de 02

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
 Fecha de Vaciado : Jueves, 12 de agosto del 2021.  
 DISEÑO DE MEZCLA  $f'_{cr} = f_c + 50\%$        $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2349 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 180 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 86 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 9.8 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.633

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento 416 Kg/m<sup>3</sup> : Tipo I - PACASMAYO.  
 Agua 264 L : Potable de la zona.  
 Agregado fino 744 Kg/m<sup>3</sup> : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo  
 Agregado grueso 925 Kg/m<sup>3</sup> : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

Proporción en peso :      Cemento    Arena    Piedra    Agua  
    1.0      1.79      2.22      26.9    Lts/pie<sup>3</sup>

Proporción en volumen :      1.0      1.75      2.35      26.9    Lts/pie<sup>3</sup>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**INFORME**

Pag. 01 de 02

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo Prov. Pimentel, Dpto. Lambayeque  
 Fecha de Vaciado : Jueves, 12 de agosto del 2021.

 DISEÑO DE MEZCLA  $f'_{cr} = f'_c + 100\%$ 
 $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 
**CEMENTO**

1.- Tipo de cemento : Tipo I - PACASMAYO.  
 2.- Peso específico : 3150 Kg/m<sup>3</sup>

**AGREGADOS :**

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- Peso específico de masa	2.515	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.542	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	2	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.1	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de finza	2.98	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.615	gr/cm <sup>3</sup>
2.- Peso específico de masa S.S.S	2.642	gr/cm <sup>3</sup>
3.- Peso unitario suelto	1	Kg/m <sup>3</sup>
4.- Peso unitario compactado	2	Kg/m <sup>3</sup>
5.- % de absorción	1.0	%
6.- Contenido de humedad	1.0	%
7.- Tamaño máximo	1"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	3/4"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	3.2	96.8
Nº 04	6.8	90.0
Nº 08	10.3	79.7
Nº 16	15.6	64.1
Nº 30	23.1	41.0
Nº 50	18.9	22.2
Nº 100	14.1	8.0
Fondo	8.0	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	29.6	70.4
1/2"	46.2	24.2
3/8"	18.6	5.6
Nº 04	5.5	0.1
Fondo	0.1	0.0

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**INFORME**

Pag. 02 de 02

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
 Fecha de Vaciado : Jueves, 12 de agosto del 2021.  
 DISEÑO DE MEZCLA  $f'_{cr} = f'_c + 100\%$        $F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**Resultados del diseño de mezcla :**

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas  
 Peso unitario del concreto fresco : 2358 Kg/m<sup>3</sup>  
 Resistencia promedio a los 7 días : 206 Kg/cm<sup>2</sup>  
 Porcentaje promedio a los 7 días : 98 %  
 Factor cemento por M<sup>3</sup> de concreto : 11.0 bolsas/m<sup>3</sup>  
 Relación agua cemento de diseño : 0.570

**Cantidad de materiales por metro cúbico :**

Cemento	466	Kg/m <sup>3</sup>	: Tipo I - PACASMAYO.		
Agua	266	L	: Potable de la zona.		
Agregado fino	701	Kg/m <sup>3</sup>	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo		
Agregado grueso	926	Kg/m <sup>3</sup>	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras		

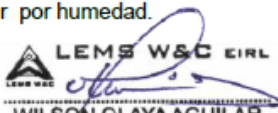
Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
	1.0	1.50	1.99	24.2	Lts/pie <sup>3</sup>

Proporción en volumen :					
	1.0	1.48	2.10	24.2	Lts/pie <sup>3</sup>

**OBSERVACIONES :**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

## Anexo 13. Ensayo al concreto en estado fresco



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Pimentel – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334

Email: servicios@lemswycseirl.com

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 11 de agosto del 2021.  
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.  
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	Para un diseño 210kg/cm <sup>2</sup> sin factor de seguridad.	210	17/08/2021	24.8
DM-02	Sustituyendo Puzolana; P=7.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.	210	19/08/2021	24.8
DM-03	Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/08/2021	25.0
DM-04	Sustituyendo Puzolana; P=12.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=10% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/08/2021	24.0
DM-05	Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=12.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/08/2021	24.0
DM-06	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	25.0
DM-07	Sustituyendo Puzolana; P=5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	25.0
DM-08	Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	24.5
DM-09	Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	24.8
DM-10	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	24.0
DM-11	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=15% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	24.0

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.





Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de apertura : 11 de agosto del 2021.  
Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.  
Referencia : NTP 339.080  
Tipo de Medidor : Medidor "B"

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	Para un diseño 210kg/cm <sup>2</sup> sin factor de seguridad.	210	17/08/2021	2.2
DM-02	Sustituyendo Puzolana; P=7.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.	210	19/08/2021	3.8
DM-03	Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/08/2021	3.5
DM-04	Sustituyendo Puzolana; P=12.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=10% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/08/2021	3.6
DM-05	Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=12.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/08/2021	4.2
DM-06	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	5.5
DM-07	Sustituyendo Puzolana; P=5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	2.3
DM-08	Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	2.1
DM-09	Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	2.5
DM-10	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	2.8
DM-11	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=15% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	5.8

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



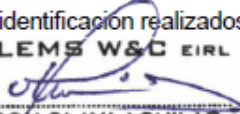
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904


Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de apertura : 11 de agosto del 2021.  
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.  
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	Para un diseño 210kg/cm2 sin factor de seguridad.	210	17/08/2021	3.80	9.65
DM-02	Sustituyendo Puzolana; P=7.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.	210	19/08/2021	3.50	8.89
DM-03	Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/08/2021	3.50	8.89
DM-04	Sustituyendo Puzolana; P=12.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=10% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/08/2021	3.50	8.89
DM-05	Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=12.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/08/2021	3.50	8.89
DM-06	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	3.50	8.89
DM-07	Sustituyendo Puzolana; P=5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	3.50	8.89
DM-08	Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	3.20	8.13
DM-09	Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	4.00	10.16
DM-10	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.	210	18/09/2021	3.50	8.89
DM-11	Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=15% al agregado fino - arena gruesa.	210	17/09/2021	3.20	8.13

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 246904

## Anexo 14. Ensayos de resistencia a compresión



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Martes, 17 de agosto del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO PATRÓN (DM-01) : para un diseño 210kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1 - C.P 210	210	17/08/2021	24/08/2021	7	36222	15.26	183	198
02	Testigo 2 - C.P 210	210	17/08/2021	24/08/2021	7	34101	15.20	181	188
03	Testigo 3 - C.P 210	210	17/08/2021	24/08/2021	7	36604	15.26	183	200
04	Testigo 4 - C.P 210	210	17/08/2021	31/08/2021	14	42125	15.22	182	231
05	Testigo 5 - C.P 210	210	17/08/2021	31/08/2021	14	41972	15.22	182	231
06	Testigo 6 - C.P 210	210	17/08/2021	31/08/2021	14	44169	15.28	183	241
07	Testigo 7 - C.P 210	210	17/08/2021	14/09/2021	28	48416	15.29	184	264
08	Testigo 8 - C.P 210	210	17/08/2021	14/09/2021	28	46541	15.27	183	254
09	Testigo 9 - C.P 210	210	17/08/2021	14/09/2021	28	45530	15.30	184	247

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Jueves, 19 de agosto del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015  
 DISEÑO DM-02 : Sustituyendo Puzolana; P=7.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1	210	19/08/2021	26/08/2021	7	27224	15.25	183	149
02	Testigo 2	210	19/08/2021	26/08/2021	7	27560	15.28	183	150
03	Testigo 3	210	19/08/2021	26/08/2021	7	26637	15.22	182	146
04	Testigo 4	210	19/08/2021	02/09/2021	14	31740	15.21	182	175
05	Testigo 5	210	19/08/2021	02/09/2021	14	31156	15.25	183	171
06	Testigo 6	210	19/08/2021	02/09/2021	14	32420	15.21	182	178
07	Testigo 7	210	19/08/2021	16/09/2021	28	34025	15.30	184	185
08	Testigo 8	210	19/08/2021	16/09/2021	28	35082	15.24	183	192
09	Testigo 9	210	19/08/2021	16/09/2021	28	34393	15.34	185	186

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Miércoles, 18 de agosto del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015  
 DISEÑO DM-03 : Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1	210	18/08/2021	25/08/2021	7	29304	15.27	183	160
02	Testigo 2	210	18/08/2021	25/08/2021	7	29369	15.23	182	161
03	Testigo 3	210	18/08/2021	25/08/2021	7	29148	15.27	183	159
04	Testigo 4	210	18/08/2021	01/09/2021	14	30900	15.27	183	169
05	Testigo 5	210	18/08/2021	01/09/2021	14	30541	15.27	183	167
06	Testigo 6	210	18/08/2021	01/09/2021	14	30712	15.24	182	168
07	Testigo 7	210	18/08/2021	15/09/2021	28	33848	15.22	182	186
08	Testigo 8	210	18/08/2021	15/09/2021	28	33765	15.29	184	184
09	Testigo 9	210	18/08/2021	15/09/2021	28	33988	15.26	183	186

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Miércoles, 18 de agosto del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO DM-04 : Sustituyendo Puzolana; P=12.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=10% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1	210	18/08/2021	25/08/2021	7	22135	15.29	184	121
02	Testigo 2	210	18/08/2021	25/08/2021	7	22342	15.28	183	122
03	Testigo 3	210	18/08/2021	25/08/2021	7	22107	15.21	182	122
04	Testigo 4	210	18/08/2021	01/09/2021	14	24254	15.28	183	132
05	Testigo 5	210	18/08/2021	01/09/2021	14	24285	15.24	182	133
06	Testigo 6	210	18/08/2021	01/09/2021	14	24336	15.24	182	133
07	Testigo 7	210	18/08/2021	15/09/2021	28	28492	15.24	182	156
08	Testigo 8	210	18/08/2021	15/09/2021	28	28059	15.24	182	154
09	Testigo 9	210	18/08/2021	15/09/2021	28	29447	15.27	183	161

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Martes, 17 de agosto del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO DM-05 : Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=12.5% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1	210	17/08/2021	24/08/2021	7	24064	15.29	184	131
02	Testigo 2	210	17/08/2021	24/08/2021	7	23642	15.23	182	130
03	Testigo 3	210	17/08/2021	24/08/2021	7	24586	15.23	182	135
04	Testigo 4	210	17/08/2021	31/08/2021	14	28962	15.34	185	157
05	Testigo 5	210	17/08/2021	31/08/2021	14	28693	15.29	184	156
06	Testigo 6	210	17/08/2021	31/08/2021	14	27888	15.27	183	152
07	Testigo 7	210	17/08/2021	14/09/2021	28	31027	15.28	183	169
08	Testigo 8	210	17/08/2021	14/09/2021	28	30509	15.29	184	166
09	Testigo 9	210	17/08/2021	14/09/2021	28	30061	15.29	184	164

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Sábado, 18 de septiembre del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Referencia : N.T.P. 339.034:2015

DISEÑO DM-07 : Sustituyendo Puzolana; P=5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1	210	18/09/2021	25/09/2021	7	34615	15.21	182	190
02	Testigo 2	210	18/09/2021	25/09/2021	7	33970	15.27	183	185
03	Testigo 3	210	18/09/2021	25/09/2021	7	35260	15.31	184	192
04	Testigo 4	210	18/09/2021	02/10/2021	14	44852	15.27	183	245
05	Testigo 5	210	18/09/2021	02/10/2021	14	44384	15.10	179	248
06	Testigo 6	210	18/09/2021	02/10/2021	14	45140	15.30	184	246
07	Testigo 7	210	18/09/2021	16/10/2021	28	47805	15.18	181	264
08	Testigo 8	210	18/09/2021	16/10/2021	28	47262	15.17	181	261
09	Testigo 9	210	18/09/2021	16/10/2021	28	48347	15.22	182	266

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904



**Solicitante** : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
**Proyecto / Obra** : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
**Ubicación** : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
**Fecha de vaciado** : Viernes, 17 de septiembre del 2021.  
**Ensayo** : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
**Referencia** : N.T.P. 339.034:2015  
**DISEÑO DM-08** : Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1	210	18/09/2021	25/09/2021	7	36759	15.26	183	201
02	Testigo 2	210	18/09/2021	25/09/2021	7	37314	15.28	183	203
03	Testigo 3	210	18/09/2021	25/09/2021	7	36410	15.31	184	198
04	Testigo 4	210	18/09/2021	02/10/2021	14	42432	15.20	181	234
05	Testigo 5	210	18/09/2021	02/10/2021	14	43035	15.24	182	236
06	Testigo 6	210	18/09/2021	02/10/2021	14	42970	15.27	183	235
07	Testigo 7	210	18/09/2021	16/10/2021	28	50885	15.23	182	279
08	Testigo 8	210	18/09/2021	16/10/2021	28	50116	15.27	183	274
09	Testigo 9	210	18/09/2021	16/10/2021	28	48127	15.20	181	265

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Sábado, 18 de septiembre del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015  
 DISEÑO DM-09 : Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1	210	18/09/2021	25/09/2021	7	44109	15.17	181	244
02	Testigo 2	210	18/09/2021	25/09/2021	7	36700	15.28	183	200
03	Testigo 3	210	18/09/2021	25/09/2021	7	43456	15.26	183	237
04	Testigo 4	210	18/09/2021	02/10/2021	14	46880	15.26	183	256
05	Testigo 5	210	18/09/2021	02/10/2021	14	47015	15.20	181	259
06	Testigo 6	210	18/09/2021	02/10/2021	14	47190	15.23	182	259
07	Testigo 7	210	18/09/2021	16/10/2021	28	51072	15.13	180	284
08	Testigo 8	210	18/09/2021	16/10/2021	28	51543	15.24	182	283
09	Testigo 9	210	18/09/2021	16/10/2021	28	50630	15.17	181	280

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
 ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ  
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : Viernes, 17 de septiembre del 2021.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015  
 DISEÑO DM-06 : Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )
01	Testigo 1	210	17/09/2021	24/09/2021	7	38477	15.27	183	210
02	Testigo 2	210	17/09/2021	24/09/2021	7	38805	15.25	183	213
03	Testigo 3	210	17/09/2021	24/09/2021	7	39993	15.27	183	218
04	Testigo 4	210	17/09/2021	01/10/2021	14	43542	15.25	183	238
05	Testigo 5	210	17/09/2021	01/10/2021	14	43817	15.34	185	237
06	Testigo 6	210	17/09/2021	01/10/2021	14	43458	15.25	183	238
07	Testigo 7	210	17/09/2021	15/10/2021	28	49225	15.21	182	271
08	Testigo 8	210	17/09/2021	15/10/2021	28	48517	15.18	181	268
09	Testigo 9	210	17/09/2021	15/10/2021	28	48871	15.21	182	269

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



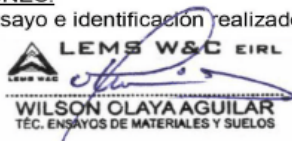

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

Solicitante : Sr. Ronald Octavio Muro Sandoval y Erick Branduz Hernandez Vasquez  
 Proyecto / Obra : Tesis "Efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210kg/cm<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de septiembre del 2021.  
 Diseño DM-10 : Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillón trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilí  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño de comparación f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)
01	Testigo 1	210	17/09/2021	24/09/2021	7	33768.39	15.19	181.32	186.24	88.69
02	Testigo 2	210	17/09/2021	24/09/2021	7	37279.21	15.30	183.85	202.77	96.55
03	Testigo 3	210	17/09/2021	24/09/2021	7	37825.77	15.27	183.17	206.51	98.34
04	Testigo 4	210	17/09/2021	1/10/2021	14	43263.83	15.25	182.53	237.02	112.87
05	Testigo 5	210	17/09/2021	1/10/2021	14	42977.30	15.29	183.71	233.94	111.40
06	Testigo 6	210	17/09/2021	1/10/2021	14	43006.87	15.24	182.46	235.70	112.24
07	Testigo 7	210	17/09/2021	15/10/2021	28	44484.41	15.13	179.86	247.32	117.77
08	Testigo 8	210	17/09/2021	15/10/2021	28	44045.94	15.29	183.68	239.80	114.19
09	Testigo 9	210	17/09/2021	15/10/2021	28	44260.08	15.08	178.63	247.78	117.99

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : Sr. Ronald Octavio Muro Sandoval y Erick Branduz Hernandez Vasquez  
 Proyecto / Obra : Tesis "Efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210kg/cm<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 17 de septiembre del 2021.  
 Diseño DM-11 : Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=15% al agregado fino - arena gruesa.  
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.  
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño de comparación f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diametro (Cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	f'c (Kg/Cm <sup>2</sup> )	f'c (%)
01	Testigo 1	210	17/09/2021	24/09/2021	7	30165.79	15.18	180.90	166.76	79.41
02	Testigo 2	210	17/09/2021	24/09/2021	7	29424.46	15.27	183.13	160.67	76.51
03	Testigo 3	210	17/09/2021	24/09/2021	7	31371.07	15.22	182.03	172.34	82.07
04	Testigo 4	210	17/09/2021	1/10/2021	14	36348.23	15.19	181.11	200.69	95.57
05	Testigo 5	210	17/09/2021	1/10/2021	14	37333.26	15.30	183.73	203.19	96.76
06	Testigo 6	210	17/09/2021	1/10/2021	14	36890.71	15.26	182.77	201.84	96.11
07	Testigo 7	210	17/09/2021	15/10/2021	28	42006.54	15.19	181.16	231.88	110.42
08	Testigo 8	210	17/09/2021	15/10/2021	28	40024.24	15.15	180.15	222.17	105.80
09	Testigo 9	210	17/09/2021	15/10/2021	28	40312.82	15.24	182.47	220.92	105.20

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

## Anexo 15. Ensayos de resistencia a flexión



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswyceirl.com

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : Martes, 17 de agosto del 2021.  
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01): para un diseño 210kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1 - C.P 210	17/08/2021	24/08/2021	7	26010	450	150	151	0	3.44
02	Testigo 2 - C.P 210	17/08/2021	24/08/2021	7	26030	450	150	151	0	3.44
03	Testigo 3 - C.P 210	17/08/2021	24/08/2021	7	26200	450	150	150	0	3.47
04	Testigo 4 - C.P 210	17/08/2021	31/08/2021	14	27740	450	150	151	0	3.65
05	Testigo 5 - C.P 210	17/08/2021	31/08/2021	14	27520	450	150	150	0	3.67
06	Testigo 6 - C.P 210	17/08/2021	31/08/2021	14	28890	450	150	151	0	3.82
07	Testigo 7 - C.P 210	17/08/2021	14/09/2021	28	31620	450	150	151	0	4.16
08	Testigo 8 - C.P 210	17/08/2021	14/09/2021	28	30280	450	150	150	0	4.01
09	Testigo 9 - C.P 210	17/08/2021	14/09/2021	28	30890	450	150	150	0	4.11

### OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Jueves, 19 de agosto del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO DM-02 : Sustituyendo Puzolana; P=7.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	19/08/2021	26/08/2021	7	21060	450	150	150	0	2.81
02	Testigo 2	19/08/2021	26/08/2021	7	21790	450	150	150	0	2.91
03	Testigo 3	19/08/2021	26/08/2021	7	21820	450	150	150	0	2.91
04	Testigo 4	19/08/2021	02/09/2021	14	23480	450	150	150	0	3.13
05	Testigo 5	19/08/2021	02/09/2021	14	23870	450	150	150	0	3.18
06	Testigo 6	19/08/2021	02/09/2021	14	23360	450	150	150	0	3.11
07	Testigo 7	19/08/2021	16/09/2021	28	25600	450	150	150	0	3.41
08	Testigo 8	19/08/2021	16/09/2021	28	25380	450	150	150	0	3.38
09	Testigo 9	19/08/2021	16/09/2021	28	25260	450	150	150	0	3.37

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Miércoles, 18 de agosto del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO DM-03 : Sustituyendo Pozzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	18/08/2021	25/08/2021	7	25400	450	150	150	0	3.39
02	Testigo 2	18/08/2021	25/08/2021	7	25130	450	150	150	0	3.35
03	Testigo 3	18/08/2021	25/08/2021	7	25950	450	150	150	0	3.46
04	Testigo 4	18/08/2021	01/09/2021	14	25540	450	150	150	0	3.41
05	Testigo 5	18/08/2021	01/09/2021	14	26020	450	150	150	0	3.47
06	Testigo 6	18/08/2021	01/09/2021	14	26250	450	150	150	0	3.50
07	Testigo 7	18/08/2021	15/09/2021	28	27800	450	150	150	0	3.71
08	Testigo 8	18/08/2021	15/09/2021	28	27975	450	150	150	0	3.73
09	Testigo 9	18/08/2021	15/09/2021	28	28160	450	150	150	0	3.75

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
**INGENIERO CIVIL**  
CIP. 246904



Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : Miércoles, 18 de agosto del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO DM-04 : Sustituyendo Puzolana; P=12.5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=10% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	18/08/2021	25/08/2021	7	22250	450	150	150	0	2.97
02	Testigo 2	18/08/2021	25/08/2021	7	22270	450	150	150	0	2.97
03	Testigo 3	18/08/2021	25/08/2021	7	22660	450	150	150	0	3.02
04	Testigo 4	18/08/2021	01/09/2021	14	23720	450	150	150	0	3.16
05	Testigo 5	18/08/2021	01/09/2021	14	23870	450	150	150	0	3.18
06	Testigo 6	18/08/2021	01/09/2021	14	24060	450	150	150	0	3.21
07	Testigo 7	18/08/2021	15/09/2021	28	26250	450	150	150	0	3.50
08	Testigo 8	18/08/2021	15/09/2021	28	26270	450	150	150	0	3.50
09	Testigo 9	18/08/2021	15/09/2021	28	26600	450	150	150	0	3.54

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Martes, 17 de agosto del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO DM-05 : Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=12.5% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	17/08/2021	24/08/2021	7	16080	450	150	150	0	2.14
02	Testigo 2	17/08/2021	24/08/2021	7	18800	450	150	150	0	2.51
03	Testigo 3	17/08/2021	24/08/2021	7	18980	450	150	150	0	2.53
04	Testigo 4	17/08/2021	31/08/2021	14	19660	450	150	150	0	2.62
05	Testigo 5	17/08/2021	31/08/2021	14	19580	450	150	150	0	2.61
06	Testigo 6	17/08/2021	31/08/2021	14	19250	450	150	150	0	2.57
07	Testigo 7	17/08/2021	14/09/2021	28	23950	450	150	150	0	3.19
08	Testigo 8	17/08/2021	14/09/2021	28	24290	450	150	150	0	3.24
09	Testigo 9	17/08/2021	14/09/2021	28	24650	450	150	150	0	3.29

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Miércoles, 15 de septiembre del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO DM-08 : Sustituyendo Puzolana; P=5% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>t</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	15/09/2021	22/09/2021	7	20180	450	150	151	0	2.66
02	Testigo 2	15/09/2021	22/09/2021	7	21920	450	150	150	0	2.92
03	Testigo 3	15/09/2021	22/09/2021	7	20660	450	150	150	0	2.75
04	Testigo 4	15/09/2021	29/09/2021	14	28560	450	151	152	0	3.70
05	Testigo 5	15/09/2021	29/09/2021	14	28680	450	151	152	0	3.68
06	Testigo 6	15/09/2021	29/09/2021	14	28830	450	150	151	0	3.77
07	Testigo 7	15/09/2021	13/10/2021	28	31850	450	151	150	0	4.22
08	Testigo 8	15/09/2021	13/10/2021	28	31550	450	150	151	0	4.12
09	Testigo 9	15/09/2021	13/10/2021	28	31650	450	150	151	0	4.16

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM2".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Miércoles, 15 de septiembre del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO DM-08 : Sustituyendo Puzolana; P=10% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	15/09/2021	22/09/2021	7	24950	450	150	150	0	3.33
02	Testigo 2	15/09/2021	22/09/2021	7	24620	450	150	150	0	3.28
03	Testigo 3	15/09/2021	22/09/2021	7	24820	450	150	150	0	3.31
04	Testigo 4	15/09/2021	29/09/2021	14	27360	450	150	151	0	3.59
05	Testigo 5	15/09/2021	29/09/2021	14	27120	450	151	151	0	3.55
06	Testigo 6	15/09/2021	29/09/2021	14	27910	450	150	152	0	3.64
07	Testigo 7	15/09/2021	13/10/2021	28	32710	450	150	150	0	4.36
08	Testigo 8	15/09/2021	13/10/2021	28	32090	450	150	150	0	4.28
09	Testigo 9	15/09/2021	13/10/2021	28	32430	450	150	150	0	4.32

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.

Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.

Fecha de vaciado : Jueves, 16 de septiembre del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO DM-09 : Sustituyendo Puzolana; P=15% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=0% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	16/09/2021	23/09/2021	7	27350	450	150	150	0	3.65
02	Testigo 2	16/09/2021	23/09/2021	7	26650	450	150	150	0	3.55
03	Testigo 3	16/09/2021	23/09/2021	7	26950	450	150	150	0	3.59
04	Testigo 4	16/09/2021	30/09/2021	14	29720	450	153	152	0	3.79
05	Testigo 5	16/09/2021	30/09/2021	14	28680	450	152	152	0	3.68
06	Testigo 6	16/09/2021	30/09/2021	14	29040	450	151	152	0	3.74
07	Testigo 7	16/09/2021	14/10/2021	28	32670	450	150	150	0	4.36
08	Testigo 8	16/09/2021	14/10/2021	28	32390	450	150	150	0	4.32
09	Testigo 9	16/09/2021	14/10/2021	28	32770	450	150	150	0	4.37

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : RONALD OCTAVIO MURO SANDOVAL  
ERICK BRANDUZ HERNANDEZ VASQUEZ.  
Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup>".  
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.  
Fecha de vaciado : Miércoles, 15 de septiembre del 2021.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

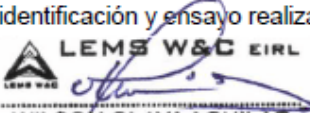
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO DM-08 : Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=7.5% al agregado fino - arena gruesa.

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>c</sub> (Mpa)
01	Testigo 1	15/09/2021	22/09/2021	7	26680	450	151	151	0	3.48
02	Testigo 2	15/09/2021	22/09/2021	7	26950	450	151	151	0	3.55
03	Testigo 3	15/09/2021	22/09/2021	7	27120	450	150	150	0	3.61
04	Testigo 4	15/09/2021	29/09/2021	14	28150	450	151	151	0	3.69
05	Testigo 5	15/09/2021	29/09/2021	14	29630	450	151	150	0	3.91
06	Testigo 6	15/09/2021	29/09/2021	14	28490	450	151	152	0	3.67
07	Testigo 7	15/09/2021	13/10/2021	28	30120	450	150	150	0	4.30
08	Testigo 8	15/09/2021	13/10/2021	28	31560	450	150	150	0	4.32
09	Testigo 9	15/09/2021	13/10/2021	28	32910	450	151	151	0	4.29

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : Sres. Ronald Octavio Muro Sandoval y Erick Branduz Hernandez Vasquez  
 Proyecto / Obra : Tesis "Efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210kg/cm<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de septiembre del 2021.  
 DISEÑO DM-10 : Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=5% al agregado fino - arena gruesa  
 ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>r</sub> (Mpa)	Mr promedio (MPa)
01	Testigo 1	16/09/2021	23/09/2021	7	25520	450.00	151	150	0	3.37	3.37
02	Testigo 2	16/09/2021	23/09/2021	7	25950	450.00	151	151	0	3.40	
03	Testigo 3	16/09/2021	23/09/2021	7	26020	450.00	151	152	0	3.34	
04	Testigo 4	16/09/2021	30/09/2021	14	28120	450.00	151	150	0	3.71	3.69
05	Testigo 5	16/09/2021	30/09/2021	14	27990	450.00	151	151	0	3.66	
06	Testigo 6	16/09/2021	30/09/2021	14	27910	450.00	151	150	0	3.68	
07	Testigo 7	16/09/2021	14/10/2021	28	30920	450.00	151	153	0	3.95	3.97
08	Testigo 8	16/09/2021	14/10/2021	28	31210	450.00	153	151	0	4.03	
09	Testigo 9	16/09/2021	14/10/2021	28	30780	450.00	152	152	0	3.95	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Solicitante : Sr. Ronald Octavio Muro Sandoval y Erick Branduz Hernandez Vasquez  
 Proyecto / Obra : Tesis "Efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210kg/cm<sup>2</sup>".  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de vaciado : 16 de septiembre del 2021.  
 DISEÑO DM-11 : Sustituyendo Puzolana; P=0% al cemento y conchas de mejillon trituradas; CM=15% al agregado fino - arena gruesa.  
 ENSAYO : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.  
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M <sub>f</sub> (Mpa)	Mr promedio (MPa)
01	Testigo 1	16/09/2021	23/09/2021	7	24350	450.00	152	151	0	3.16	3.23
02	Testigo 2	16/09/2021	23/09/2021	7	24890	450.00	154	150	0	3.24	
03	Testigo 3	16/09/2021	23/09/2021	7	25150	450.00	152	151	0	3.29	
04	Testigo 4	16/09/2021	30/09/2021	14	27150	450.00	150	151	0	3.58	3.59
05	Testigo 5	16/09/2021	30/09/2021	14	24980	450.00	151	150	0	3.31	
06	Testigo 6	16/09/2021	30/09/2021	14	30230	450.00	151	152	0	3.89	
07	Testigo 7	16/09/2021	14/10/2021	28	31930	450.00	151	154	0	4.02	3.87
08	Testigo 8	16/09/2021	14/10/2021	28	29630	450.00	153	154	0	3.69	
09	Testigo 9	16/09/2021	14/10/2021	28	30550	450.00	151	153	0	3.89	

**OBSERVACIONES:**

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904



## Anexo 16. ANOVA, análisis estadístico y prueba de hipótesis

### 1. ANOVA (Análisis de varianza)

#### 1.1. Análisis de varianza – resistencia a la compresión

Los resultados de Tabla 55, nos muestra las resistencias a la compresión de cada uno de los diseños experimentales con sustitución parcial de concha de mejillón y/o puzolana y del diseño patrón DM1, sin sustitución alguna, a los 28 días.

Tabla 55. Resultados de la resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días

Resultados de la resistencia a la compresión - 28 días										
DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	DM6	DM7	DM8	DM9	DM10	DM11
263.71	185.03	186.17	156.26	169.3	270.89	264.22	279.49	283.99	247.33	231.88
254.26	192.21	183.81	153.87	166.23	268.19	261.34	273.68	282.6	239.8	222.18
247.5	186.14	185.93	160.73	163.64	268.94	265.81	265.19	280.31	247.78	220.93

Fuente: Elaboración propia

Mediante el análisis de varianza se determinó, si las medias muestrales son iguales o diferentes. En la Tabla 56, se muestran los resultados del valor crítico de F y el valor F calculado, que se obtiene del análisis de varianza, los cuales serán comparados.

Tabla 56. Análisis de varianza – resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup>

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	63783.83	10	6378.38	316.87	2.23E-21	2.30
Dentro de las muestras	442.85	22	20.13			
Total	64226.67	32				

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 56, se tiene que:

$$\text{Valor crítico para } F = 2.30 < \text{Valor } F \text{ calculado} = 316.87$$

Entonces podemos deducir que las medias muestrales son diferentes para los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días.

## 1.2. Análisis de varianza – resistencia a la flexión

Los resultados que se muestran en la Tabla 57, son las resistencias a la flexión de cada uno de los diseños experimentales con sustitución parcial de concha de mejillón y/o puzolana y del diseño patrón DM1, sin sustitución alguna, a los 28 días.

*Tabla 57. Resultados de la resistencia a la flexión en MPa a los 28 días*

Resultados de la resistencia a la flexión - 28 días										
DM1	DM2	DM3	DM4	DM5	DM6	DM7	DM8	DM9	DM10	DM11
4.16	3.41	3.711	3.5	3.19	4.30	4.22	4.36	4.36	3.95	4.02
4.01	3.38	3.73	3.5	3.24	4.31	4.12	4.28	4.32	4.03	3.69
4.11	3.37	3.75	3.55	3.29	4.29	4.16	4.32	4.37	3.95	3.89

*Fuente: Elaboración propia*

Mediante el análisis de varianza se determinó, si las medias muestrales son iguales o diferentes. En la Tabla 58, se muestran los resultados del valor crítico de F y el valor F calculado, que se obtiene del análisis de varianza, los cuales serán comparados.

*Tabla 58. Análisis de varianza – resistencia a la flexión en MPa*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	4.60	10	0.46	113.70	1.47E-16	2.30
Dentro de las muestras	0.09	22	0.004			
Total	4.69	32				

*Fuente: Elaboración propia*

De la Tabla 58, se tiene:

$$\text{Valor crítico para } F = 2.30 < \text{Valor } F \text{ calculado} = 113.70$$

Entonces podemos inferir que las medias muestrales son diferentes para los resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días.

Por tanto, del análisis de varianza para los resultados de la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de hidratación,

concluimos que el grupo control (diseño patrón) y los grupos experimentales (diseños experimentales) tienen varianzas diferentes.

## 2. Análisis estadístico

### 2.1. Análisis estadístico – resistencia a la compresión a los 28 días

#### 2.1.1. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño patrón (DM1)

En la Tabla 59, se indica los resultados de la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño patrón, con 0% de concha de mejillón y puzolana.

Tabla 59. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – concreto patrón (DM1)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM1-C1	263.71	255.16	66.38
DM1-C2	254.26		
DM1-C3	247.49		

Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.2. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM2)

Los resultados de la Tabla 60, nos muestran la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, con sustitución 5% de puzolana al cemento y 5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 60. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM2)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM2-C1	185.03	187.80	14.94
DM2-C2	192.21		
DM2-C3	186.14		

Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.3. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM3)

En la información indicada en la Tabla 61, nos muestran la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis

estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, con sustitución 10% de puzolana al cemento y 7.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 61. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM3)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM3-C1	186.17	185.31	1.69
DM3-C2	183.81		
DM3-C3	185.93		

Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.4. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM4)

En la información adjunta en la Tabla 62, se puede visualizar la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, con sustitución 12.5% de puzolana al cemento y 10% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 62. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM4)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM4-C1	156.26	156.96	12.13
DM4-C2	153.87		
DM4-C3	160.73		

Fuente: Elaboración propia

#### 2.1.5. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM5)

En los resultados de la Tabla 63, podemos apreciar la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, con sustitución 15% de puzolana al cemento y 12.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 63. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM5)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM5-C1	169.30	166.39	8.03
DM5-C2	166.23		
DM5-C3	163.64		

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.6. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM6)

En la información adjuntada en la Tabla 64, se puede apreciar la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, con sustitución 0% de puzolana al cemento y 7.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 64. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM6)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM6-C1	270.89	269.34	1.95
DM6-C2	268.19		
DM6-C3	268.94		

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.7. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM7)

En la información indicada en la Tabla 65, nos indica la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, con sustitución 5% de puzolana al cemento y 0% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 65. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM7)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM7-C1	264.22	263.79	5.14
DM7-C2	261.34		
DM7-C3	265.81		

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.8. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM8)

Los resultados de la Tabla 66, nos muestran la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, con sustitución 10% de puzolana al cemento y 0% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 66. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM8)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM8-C1	279.49	272.79	51.73
DM8-C2	273.68		
DM8-C3	265.19		

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.9. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM9)

En los resultados obtenidos de la Tabla 67, se puede apreciar la resistencia promedio en kg/cm<sup>2</sup> a compresión y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, al sustituir 15% de puzolana al cemento y 0% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 67. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM9)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM9-C1	283.99	282.30	3.46
DM9-C2	282.60		
DM9-C3	280.31		

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.10. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM10)

En la información adjunta en la Tabla 68, se puede visualizar la resistencia promedio a compresión en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, al

sustituir 0% de puzolana al cemento y 5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 68. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM10)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM10-C1	247.33	244.97	20.10
DM10-C2	239.80		
DM10-C3	247.78		

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.11. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM11)

En la información indicada en la Tabla 69, nos indica la resistencia promedio a compresión en  $\text{kg/cm}^2$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la compresión del diseño experimental, al sustituir 0% de puzolana al cemento y 15% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 69. Análisis estadístico – resistencia a la compresión – diseño experimental (DM11)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM11-C1	231.88	225.00	35.93
DM11-C2	222.18		
DM11-C3	220.93		

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Análisis estadístico – resistencia a la flexión a los 28 días

### 2.2.1. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – concreto patrón (DM1)

En la Tabla 70, se indica los resultados de la resistencia promedio a flexión en  $\text{MPa}$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño patrón, con 0% de concha de mejillón y puzolana.

Tabla 70. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño patrón (DM1)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM1-C1	4.16	4.10	0.01
DM1-C2	4.01		
DM1-C3	4.11		

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.2. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM2)

Los resultados de la Tabla 71, nos muestran la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, con sustitución 5% de puzolana al cemento y 5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 71. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM2)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM2-C1	3.41	3.39	0.00044
DM2-C2	3.38		
DM2-C3	3.37		

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.3. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM3)

En la información contenida en la Tabla 72, nos muestran la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, con sustitución 10% de puzolana al cemento y 7.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 72. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM3)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM3-C1	3.71	3.73	0.00041
DM3-C2	3.73		
DM3-C3	3.75		

Fuente: Elaboración propia



#### 2.2.4. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM4)

En la información adjunta en la Tabla 73, se puede visualizar la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, con sustitución 12.5% de puzolana al cemento y 10% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 73. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM4)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM4-C1	3.50	3.52	0.00084
DM4-C2	3.50		
DM4-C3	3.54		

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.5. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM5)

En los resultados de la Tabla 74, podemos apreciar la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, con sustitución 15% de puzolana al cemento y 12.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 74. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM5)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM5-C1	3.19	3.24	0.00250
DM5-C2	3.24		
DM5-C3	3.29		

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.6. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM6)

En los resultados obtenidos de la Tabla 75, se puede apreciar la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental,

al sustituir 0% de puzolana al cemento y 7.5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 75. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM6)

*Análisis estadístico DM6 - resistencia a la compresión - 28 días*

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM6-C1	4.30	4.31	0.00024
DM6-C2	4.32		
DM6-C3	4.29		

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.2.7. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM7)

En la información adjunta en la Tabla 76, se puede apreciar la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, con sustitución 5% de puzolana al cemento y 0% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 76. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM7)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM7-C1	4.22	4.17	0.00254
DM7-C2	4.12		
DM7-C3	4.16		

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.2.8. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM8)

En la información contenida en la Tabla 77, nos muestran la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, con sustitución 10% de puzolana al cemento y 0% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 77. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM8)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM8-C1	4.36	4.32	0.00160
DM8-C2	4.28		
DM8-C3	4.32		

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.9. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM9)

Los resultados de la Tabla 78, nos muestran la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, con sustitución 15% de puzolana al cemento y 0% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 78. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM9)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM9-C1	4.36	4.35	0.00070
DM9-C2	4.32		
DM9-C3	4.37		

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.10. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM10)

En los resultados obtenidos de la Tabla 79, se puede apreciar la resistencia promedio a flexión en  $MPa$  y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, al sustituir 0% de puzolana al cemento y 5% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 79. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM10)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM10-C1	3.95	3.98	0.00214
DM10-C2	4.03		
DM10-C3	3.95		

Fuente: Elaboración propia

### 2.2.11. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM11)

En la información adjunta en la Tabla 80, se puede visualizar la resistencia promedio a flexión en *MPa* y la varianza, obtenidos del análisis estadístico de la resistencia a la flexión del diseño experimental, con sustitución 0% de puzolana al cemento y 15% de concha de mejillón al agregado fino.

Tabla 80. Análisis estadístico – resistencia a la flexión – diseño experimental (DM11)

Muestra	$x_i$	$\bar{x}$	$s^2$
DM11-C1	4.02	3.87	0.02764
DM11-C2	3.69		
DM11-C3	3.89		

Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Prueba de hipótesis

La hipótesis nula y alternativa para la siguiente investigación es respectivamente:

$H_0$ : La concha de mejillón y puzolana no tienen efecto directo en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

$H_1$ : La concha de mejillón y puzolana tiene efecto directo en la resistencia a la compresión y flexión del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.3.1. Prueba de hipótesis – resistencia a la compresión a los 28 días

##### 2.3.1.1. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM2)

Los resultados de la Tabla 81, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM2, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 81. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM2)

Descripción	DM1	DM2
Concha de mejillón (%)	0.00%	5.00%
Puzolana (%)	0.00%	5.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	187.80
Varianza	66.38	14.94

Fuente: Elaboración propia

Se siguió la siguiente metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 12.94$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $\nu = 3$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -235$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 67.36 > -15.25$ .

- iv. Luego si aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

### 2.3.1.2. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM3)

En la información contenida en la Tabla 82, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM3, obtenidos del análisis estadístico, para su comparación posterior.

Tabla 82. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM3)

Descripción	DM1	DM3
Concha de mejillón (%)	0.00%	5.00%
Puzolana (%)	0.00%	5.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	185.31
Varianza	66.38	1.69

Fuente: Elaboración propia

Se siguió la siguiente metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 14.66$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $\nu = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 69.85 > -13.91$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

### 2.3.1.3. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM4)

En los resultados de la Tabla 83, se puede apreciar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM4, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 83. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM4)

Descripción	DM1	DM4
Concha de mejillón (%)	0.00%	5.00%
Puzolana (%)	0.00%	5.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	156.96
Varianza	66.38	12.13

Fuente: Elaboración propia

Se continuó con la siguiente metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- ii. Se determinó:  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$ 
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 19.20$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 3$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.35$ .

Después se analizó la regla de decisión:

$$\text{Aceptar } H_0 : \mu_1 \geq \mu_2, \text{ si } \bar{x} - \bar{y} = 98.20 > -12.04.$$

- iii. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

#### 2.3.1.4. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM5)

En la información adjunta en la Tabla 84, se puede visualizar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM5, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 84. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM5)

Descripción	DM1	DM5
Concha de mejillón (%)	0.00%	12.50%
Puzolana (%)	0.00%	15.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	166.39
Varianza	66.38	8.03

Fuente: Elaboración propia

Se prosiguió con la misma metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 17.82$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 88.77 > -14.54$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

#### 2.3.1.5. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM6)

Los resultados de la Tabla 85, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM6, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.



Tabla 85. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM6)

Descripción	DM1	DM6
Concha de mejillón (%)	0.00%	7.50%
Puzolana (%)	0.00%	0.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	269.34
Varianza	66.38	1.95

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con la misma metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = -2.97$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = -14.18 < -13.94$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se rechaza al 5% de significancia.

#### 2.3.1.6. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM7)

En la información adjunta en la Tabla 86, se puede visualizar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en  $\text{kg/cm}^2$  y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM7, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 86. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM7)

Descripción	DM1	DM7
Concha de mejillón (%)	0.00%	0.00%
Puzolana (%)	0.00%	5.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	263.79
Varianza	66.38	5.14

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con la misma metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = -1.77$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = -8.63 > -14.26$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:  
Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

#### 2.3.1.7. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM8)

En los resultados de la Tabla 87, se puede apreciar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM8, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 87. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM8)

Descripción	DM1	DM8
Concha de mejillón (%)	0.00%	0.00%
Puzolana (%)	0.00%	10.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	272.79
Varianza	66.38	51.73

Fuente: Elaboración propia

Continuando con la misma metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = -2.81$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 4$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.13$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = -17.63 < -13.38$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:  
Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se rechaza al 5% de significancia.

### 2.3.1.8. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM9)

En la información contenida en la Tabla 88, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM9, obtenidos del análisis estadístico, para su comparación posterior.

Tabla 88. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM9)

Descripción	DM1	DM9
Concha de mejillón (%)	0.00%	0.00%
Puzolana (%)	0.00%	15.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	282.30
Varianza	66.38	3.46

Fuente: Elaboración propia

Prosiguiendo con la misma metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = -5.62$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = -27.14 < -14.09$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:  
Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se rechaza al 5% de significancia.

#### 2.3.1.9. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM10)

Los resultados de la Tabla 89, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM10, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 89. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM10)

Descripción	DM1	DM10
Concha de mejillón (%)	0.00%	5.00%
Puzolana (%)	0.00%	0.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	244.97
Varianza	66.38	20.10

Fuente: Elaboración propia

Continuando con la misma metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 1.90$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 3$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.35$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 10.19 > -12.64$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:  
Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

#### 2.3.1.10. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM11)

En la información adjunta en la Tabla 90, se puede visualizar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en kg/cm<sup>2</sup> y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM11, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 90. Análisis comparativo de la resistencia a la compresión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM11)

Descripción	DM1	DM11
Concha de mejillón (%)	0.00%	15.00%
Puzolana (%)	0.00%	0.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	255.16	225
Varianza	66.38	35.93

Fuente: Elaboración propia

Prosiguiendo con la misma metodología para la comprobación y se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 5.16$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 4$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.13$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 30.16 > -12.45$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

## 2.3.2. Prueba de hipótesis – resistencia a la flexión a los 28 días

### 2.3.2.1. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM2)

En la información adjunta en la Tabla 91, se puede visualizar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en  $MPa$  y la

varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM2, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 91. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM2)

Descripción	DM1	DM2
Concha de mejillón (%)	0.00%	5.00%
Puzolana (%)	0.00%	5.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	3.39
Varianza	0.01	0.00044

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 12.04$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 0.71 > -0.17$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

### 2.3.2.2. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM3)

En los resultados de la Tabla 92, se puede apreciar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en  $MPa$  y la varianza del diseño

patrón DM1 y diseño experimental DM3, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 92. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM3)

Descripción	DM1	DM3
Concha de mejillón (%)	0.00%	5.00%
Puzolana (%)	0.00%	5.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	3.73
Varianza	0.01	0.00041

Fuente: Elaboración propia

Prosiguiendo con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 6.28$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

$$\text{Aceptar } H_0 : \mu_1 \geq \mu_2, \text{ si } \bar{x} - \bar{y} = 0.37 > -0.17.$$

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

### 2.3.2.3. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM4)

En la información contenida en la Tabla 93, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a compresión (media) en MPa y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM4, obtenidos del análisis estadístico, para su comparación posterior.



Tabla 93. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM4)

Descripción	DM1	DM4
Concha de mejillón (%)	0.00%	5.00%
Puzolana (%)	0.00%	5.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	3.52
Varianza	0.00584	0.00054

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 12.57$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

$$\text{Aceptar } H_0 : \mu_1 \geq \mu_2, \text{ si } \bar{x} - \bar{y} = 0.58 > -0.13.$$

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

#### 2.3.2.4. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM5)

Los resultados de la Tabla 94, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en  $MPa$  y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM5, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 94. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM5)

Descripción	DM1	DM5
Concha de mejillón (%)	0.00%	12.50%
Puzolana (%)	0.00%	15.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	3.24
Varianza	0.00584	0.00250

Fuente: Elaboración propia

Continuado con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 16.31$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $\nu = 3$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.35$ .

Después se analizó la regla de decisión:

Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 0.86 > -0.12$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

### 2.3.2.5. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM6)

En la información adjunta en la Tabla 95, se puede visualizar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en  $MPa$  y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM6, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

Tabla 95. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM6)

Descripción	DM1	DM6
Concha de mejillón (%)	0.00%	7.50%
Puzolana (%)	0.00%	0.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	4.31
Varianza	0.00584	0.00024

*Fuente: Elaboración propia*

Siguiendo con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = -4.66$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

*Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = -0.2 < -0.13$ .*

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se rechaza al 5% de significancia.

### **2.3.2.6. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM7)**

En los resultados de la Tabla 96, se puede apreciar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en  $MPa$  y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM7, obtenidos del análisis estadístico, para su comparación posterior.

*Tabla 96. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM7)*

Descripción	DM1	DM7
Concha de mejillón (%)	0.00%	0.00%
Puzolana (%)	0.00%	5.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	4.17
Varianza	0.00584	0.00254

*Fuente: Elaboración propia*

Siguiendo con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = -1.32$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $\nu = 3$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.35$ .

Después se analizó la regla de decisión:

*Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = -0.07 > -0.12$ .*

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

### **2.3.2.7. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM8)**

En la información contenida en la Tabla 97, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en  $MPa$  y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM8, obtenidos del análisis estadístico, para su comparación posterior.

*Tabla 97. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM8)*

Descripción	DM1	DM8
Concha de mejillón (%)	0.00%	0.00%
Puzolana (%)	0.00%	10.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	4.32
Varianza	0.00584	0.00160

*Fuente: Elaboración propia*

Continuando con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = -4.42$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $\nu = 3$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.35$ .

Después se analizó la regla de decisión:

*Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = -0.22 < -0.12$ .*

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se rechaza al 5% de significancia.

### 2.3.2.8. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM9)

Los resultados de la Tabla 98, nos muestran, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en  $MPa$  y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM9, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

*Tabla 98. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM9)*

Descripción	DM1	DM9
Concha de mejillón (%)	0.00%	0.00%
Puzolana (%)	0.00%	15.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	4.35
Varianza	0.00584	0.00070

*Fuente: Elaboración propia*

Prosiguiendo con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = -5.35$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 2$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.92$ .

Después se analizó la regla de decisión:

*Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = -0.25 < -0.14$ .*

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se rechaza al 5% de significancia.

### **2.3.2.9. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM10)**

En la información adjunta en la Tabla 99, se puede visualizar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en *MPa* y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM10, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

*Tabla 99. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM10)*

Descripción	DM1	DM10
Concha de mejillón (%)	0.00%	5.00%
Puzolana (%)	0.00%	0.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	3.98
Varianza	0.00584	0.00214

*Fuente: Elaboración propia*

Siguiendo con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 2.33$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $\nu = 3$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.35$ .

Después se analizó la regla de decisión:

*Aceptar*  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 0.12 > -0.12$ .

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , se acepta al 5% de significancia.

### 2.3.2.10. Prueba de hipótesis del diseño patrón (DM1) con respecto al diseño experimental (DM11)

En los resultados de la Tabla 100, se puede apreciar, cada porcentaje de sustitución de puzolana al cemento y concha de mejillón al agregado fino, la resistencia promedio a flexión (media) en  $MPa$  y la varianza del diseño patrón DM1 y diseño experimental DM11, obtenidos del análisis estadístico, para su posterior comparación.

*Tabla 100. Análisis comparativo de la resistencia a la flexión entre el diseño patrón (DM1) y el diseño experimental (DM11)*

Descripción	DM1	DM11
-------------	-----	------

Concha de mejillón (%)	0.00%	15.00%
Puzolana (%)	0.00%	0.00%
Tamaño de muestra	3	3
Media	4.10	3.87
Varianza	0.00584	0.02764

*Fuente: Elaboración propia*

Continuando con la misma metodología para la comprobación, se determinó la prueba con un nivel de significancia del 5%:

- i.  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  contra  $H_1 : \mu_1 < \mu_2$
- ii. Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ .
- iii. Se determinó:
  - ✓ Estadístico de prueba:  $T = 2.18$ .
  - ✓ Grados de libertad:  $v = 3$ .
  - ✓ Valor crítico:  $t_\alpha = -2.35$ .

Después se analizó la regla de decisión:

*Aceptar  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$ , si  $\bar{x} - \bar{y} = 0.23 > -0.25$ .*

- iv. Luego se aplicamos la regla de decisión:

Concluimos que  $H_0 : \mu_1 \geq \mu_2$  se acepta al 5% de significancia.

*Anexo 17. Panel fotográfico de los ensayos de materiales*

*Informe de Ensayo de granulometría Piedra Chancada de 3/4*





*Herramientas y Peso del Recipiente*



*Piedra con el Peso Específico Suelta*



*Piedra con el Peso Específico Compactada*



*Herramientas y Peso del Recipiente*



*Arena Gruesa con el Peso Específico suelto*



*Arena Gruesa Peso Específico Compactada*



*Procedimiento para la elaboración del ensayo para obtener el peso específico del material de conchas de mejillón*



*Ensayo de peso específico de la conchas de mejillón material suelto*



Ensayo de peso específico de las conchas de mejillón material compactado







*Ensayo de contenido peso específico y absorción y contenido de humedad*



*Realizando el ensayo del diseño Patrón, con el cono de Abrams o ensayo de SLUMP*



*Realizando el ensayo del diseño Patrón, su SLUMP salió 3.5”, con una buena trabajabilidad de 3 – 4 in*



*Realizando el ensayo del diseño # 5, con el cono de Abrams u ensayo de SLUMP*



*Realizando el ensayo del diseño # 5, su SLUMP salió 3.5”, con una buena Trabajabilidad de 3 in – 4 in.*

Anexo 18. Panel fotográfico de la elaboración de concreto

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

TESIS:  
EFFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y  
PUZOLANA EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS  
DEL CONCRETO. 210 Kg/cm<sup>2</sup>

TESISTA: HERNANDEZ VASQUEZ ERICK BRANDUZ  
MUÑOZ SANDOVAL RONALD OCTAVIO

LLENADO DE PROBETAS

EDUCACIÓN: 0 DÍAS

DISEÑO: N° 07 (90% + (CH75%)) CILINDRICA

CEMENTO: 19.104 Kg  
100%

ARENA: 40.911 Kg  
100%

CONCHA: 3.068 Kg  
75%

GRAVA: 47.944 Kg  
75%

AGUA: 13.464 Kg  
75%

FORMA 75% = 37.843 Kg









18 ago. 2021 12:31:12 p. m.  
17M 623990 9249214  
Chiclayo  
Lambayeque



18 ago. 2021 12:29:14 p. m.  
17M 624000 9249196  
Chiclayo  
Lambayeque



18 ago. 2021 12:32:00 p. m.  
17M 623992 9249190  
Prolongación Avenida Bolognesi  
Chiclayo  
Lambayeque



18 ago. 2021 12:31:16 p. m.  
17M 623994 9249185  
Chiclayo  
Lambayeque

Anexo 19. Panel fotográfico de rotura de testigos







Anexo 20. Declaración jurada

**DECLARACION JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS**


Nosotros Hernández Vásquez Erick Branduz identificado con DNI N° 44008733, CUI: 7001171620 y Muro Sandoval Ronald Octavio identificado con DNI N°41573037, CUI:\_7001120970; en nuestra condición de Bachiller del programa profesional de ingeniería civil, dejamos constancia que el tema elaborado en la tesis de pregrado, que lleva por título: "Efecto de concha de mejillón y puzolana en la resistencia a la compresión y flexión del concreto 210 de kg/cm<sup>2</sup>", es un tema original.

Declaramos que el presente trabajo de tesis fue elaborado por ambas personas y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero. Dejamos constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en este trabajo de investigación, por lo que no asumiremos como nuestras las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales e Internet.

Asimismo, ratificamos que somos plenamente conscientes de todo el contenido de la tesis y asumimos la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento así como de las connotaciones éticas y legales involucradas. En caso de incumplimiento de esta declaración, nos sometemos a lo dispuesto en el reglamento por Universidad Cesar Vallejo de la sede de Chiclayo y las disposiciones legales vigentes.

Chiclayo 13 de noviembre del 2021

Atentamente;

  
Hernández Vásquez  
Erick Branduz  
DNI N°44008733  
CUI: 7001171620



Huella



Muro Sandoval  
Ronald Octavio  
DNI N°41573037  
CUI:\_700112097



Huella