



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**Análisis de las propiedades mecánicas del concreto
sustituyendo un porcentaje de cemento por polvo de
cáscara de huevo**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autor

Bach. Marquina Irigoín Luis Anthony
<https://orcid.org/0000-0002-4162-7980>

Asesor

Mg. Segura Saavedra Wiston Enrique
<https://orcid.org/0000-0002-7735-1648>

Línea de Investigación

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CÁSCARA
DE HUEVO**

Aprobación del jurado

Mg. REINOSO SAMAME JORGE ANTONIO

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. MEDRANO LIZARZABURU EITHEL YVÁN

Secretario del Jurado de Tesis

Mg. SEGURA SAAVEDRA WISTON ENRIQUE

Vocal del Jurado de Tesis

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien(es) suscribe(n) la DECLARACIÓN JURADA, soy egresado (s) del Programa de Estudios de Ingeniería Civil de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor(es) del trabajo titulado:

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán, conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación con las citas y referencias bibliográficas, respetando el derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firman:

Marquina Irigoín Luis Anthony	DNI: 77355750	
-------------------------------	---------------	---

* Porcentaje de similitud turnitin:24%

Pimentel, 13 de mayo de 2023.

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO
TURNITIN-MARQUINA IRIGOIN LUIS ANT
HONY.docx

RECUENTO DE PALABRAS 27181 Words	RECUENTO DE CARACTERES 138379 Characters
RECUENTO DE PÁGINAS 135 Pages	TAMAÑO DEL ARCHIVO 19.4MB
FECHA DE ENTREGA May 29, 2023 10:53 PM GMT-5	FECHA DEL INFORME May 29, 2023 10:55 PM GMT-5

● 24% de similitud general
El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos:

- 20% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 18% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)
- Material citado

Dedicatoria

A la memoria de mi madre, Bercelia Silva, quien me dio ejemplo de trabajo y valentía ante las adversidades, por su amor sin límites, por criarme con grandes valores y enseñarme a luchar siempre por mis metas.

A mi familia, por apoyarme a lo largo de mi carrera universitaria y de mi vida. En especial a mis tíos Victoria Irigoin, Delia Irigoin, Luis Vásquez y Agustín Caján.

Luis Anthony Marquina Irigoin

Agradecimientos

A Dios por bendecir mi vida, guiarme y darme fortaleza en los momentos difíciles.

A mis tíos: Victoria Irigoin, Delia Irigoin, Luis Vásquez y Agustín Caján, por creer en mí y estar a mi lado, guiándome y asesorándome para lograr mis objetivos.

A mis primos: Sonali, Ceyla y Lucina por su apoyo. A toda mi familia por sus oraciones, consejos, palabras de aliento y acompañarme a alcanzar mis metas.

A mis amigos: Yusselfi, Isamary, Ricardina, Estefany, Alfredo y Narcis por todo su apoyo.

Luis Anthony Marquina Irigoin

Índice

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Índice tablas	vii
Índice figuras	viii
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema.....	27
1.3. Hipótesis	27
1.4. Objetivos.....	28
1.5. Teorías relacionadas al tema.....	28
II. MATERIALES Y MÉTODO	50
2.1. Tipo y Diseño de Investigación	50
2.2. Variables, Operacionalización.....	52
2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección.....	56
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..	59
2.5. Procedimiento de análisis de datos.....	61
2.6. Criterios éticos	95
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	96
3.1. Resultados.....	96
3.2. Discusión	133
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
4.1. Conclusiones	142
4.2. Recomendaciones	144
REFERENCIAS	146
ANEXOS	166

Índice tablas

Tabla I	Composiciones químicas del cemento Qhuna.....	34
Tabla II	Características Técnicas del Cemento Qhuna.....	35
Tabla III	Requerimientos de Granulometrías para Agregados Finos	36
Tabla IV	Requerimientos de Granulometrías para Agregados Gruesos	37
Tabla V	Porcentaje Aproximado de los Constituyentes del Concreto en Volumen ..	38
Tabla VI	Asentamientos Recomendados por Métodos de Construcción	40
Tabla VII	Operacionalización de la variable	53
Tabla VIII	Muestras correspondientes al 210 kg/cm ² para ejecutar cada estudio	57
Tabla IX	Muestras correspondientes al 280 kg/cm ² para ejecutar cada estudio	58
Tabla X	Técnicas e Instrumentos para el Procesamiento de Datos.....	60
Tabla XI	Ensayos y Normativa para los Agregados.....	62
Tabla XII	Ensayos y Normativa para los Concretos Frescos	63
Tabla XIII	Ensayos y Normativas para el Concreto Endurecido	63
Tabla XIV	Análisis Granulométrico de la Agregado Grueso	97
Tabla XV	Datos de la Granulometría del Agregado Grueso	97
Tabla XVI	Análisis Granulométrico del Agregado Fino	99
Tabla XVII	Datos de la Granulometría del Agregado Fino	99
Tabla XVIII	Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino.....	100
Tabla XIX	Peso Unitario Suelto (P.U.S) - Agregado Grueso	101
Tabla XX	Peso Unitario Compactado (P.U.C) - Agregado Grueso	101
Tabla XXI	Peso Unitario Suelto (P.U.S) - Agregado Fino	101
Tabla XXII	Peso Unitario Compactado (P.U.C) - Agregado Fino	101
Tabla XXIII	Peso Específico (P.E) y Absorción - Agregado Grueso	102
Tabla XXIV	Peso Específico (P.E) y Absorción - Agregado Fino.....	102
Tabla XXV	Diseño de Mezcla Concreto Patrón para 210 kg/cm ²	103
Tabla XXVI	Diseño de Mezcla del Concreto Patrón para 280 kg/cm ²	103
Tabla XXVII	Diseños de Mezclas de Concretos Substituyendo Proporciones de PCH para 280 kg/cm ²	104
Tabla XXVIII	Diseños de Mezclas de Concretos Substituyendo Proporciones de PCH para 210 kg/cm ²	104
Tabla XXIX	Derivaciones del Ensayo del Asentamiento-210 kg/cm ²	105
Tabla XXX	105
Tabla XXXI	Derivaciones de la Densidad del Concreto-210 kg/cm ²	109
Tabla XXXII	Derivaciones de la Densidad del Concreto-280 kg/cm ²	109
Tabla XXXIII	Derivaciones de Resistencias a la Compresión del Concreto - 210 kg/cm ²	111
Tabla XXXIV	Derivaciones de Resistencias a la Compresión del Concreto - 280 kg/cm ²	112
Tabla XXXV	Derivaciones de Resistencias a la Flexión del Concreto - 210 kg/cm ²	114
Tabla XXXVI	Derivaciones de Resistencias a la Flexión del Concreto - 280 kg/cm ²	114
Tabla XXXVII	Derivaciones de Resistencias a la Tracción del Concreto - 210 kg/cm ²	116

Tabla XXXVIII Derivaciones de Resistencias a la Tracción del Concreto - 280 kg/cm ²	116
Tabla XXXIX Pruebas de Normalidad- Compresión 210 kg/cm ²	120
Tabla XL Tabla ANOVA- Compresión 210 kg/cm ²	120
Tabla XLI Pruebas de Normalidad- Compresión 280 kg/cm ²	121
Tabla XLII Tabla ANOVA - Compresión 280 kg/cm ²	122
Tabla XLIII Pruebas de Normalidad- Flexión 210 kg/cm ²	122
Tabla XLIV Tabla ANOVA - Flexión 210 kg/cm ²	123
Tabla XLV Pruebas de Normalidad- Flexión 280 kg/cm ²	124
Tabla XLVI Tabla ANOVA - Flexión 280 kg/cm ²	124
Tabla XLVII Pruebas de Normalidad- Tracción 210 kg/cm ²	125
Tabla XLVIII Tabla ANOVA - Tracción 210 kg/cm ²	126
Tabla XLIX Pruebas de Normalidad- Tracción 280 kg/cm ²	127
Tabla L Tabla ANOVA - Tracción 280 kg/cm ²	127
Tabla LI Pruebas de Normalidad- Módulo de Elasticidad 210 kg/cm ²	128
Tabla LII Tabla ANOVA - Módulo de Elasticidad 210 kg/cm ²	129
Tabla LIII Pruebas de Normalidad- Módulo de Elasticidad 280 kg/cm ²	129
Tabla LIV Tabla ANOVA - Módulo de Elasticidad 280 kg/cm ²	130
Tabla LV Características Físicas de la Cáscaras de huevos (CH)	131
Tabla LVI Composición Química de Polvo de Cáscaras de Huevos	131

Índice figuras

Fig. 1. Componentes del concreto.....	30
Fig. 2. Proporciones típicas en volúmenes absolutos de los elementos de los concreto.	31
Fig. 3. Comparativos de resistencia de cementos de la Zona Norte – Perú. [50].	32
Fig. 4. Formas de las partículas: (a) angular, (b) redondeada, (c) laminar, (d) larga y (e) laminar y larga. [56]......	37
Fig. 5. Tipos de asentamientos: (a) sin reductor de agua, (b) reductor de agua convencional, (c) reductor de agua moderado y (d) reductor de moderado (superplastificante).	39
Fig. 6. Curado del concreto	42
Fig. 7. Ensayos mecánicos al concreto endurecido: a) Concreto después del desencofrado, (b) curado de las muestras, (c y d) prueba de resistencia a la compresión, (e) prueba de resistencia a la flexión y (f) prueba de resistencia a la tracción. [66]......	43
Fig. 8. Prueba - Resistencia a Compresión. [56].	44
Fig. 9. Efecto de la Relación a/c sobre la Resistencia y la Forma de la Curva [68]. ..	44
Fig. 10. Prueba - Resistencia a la Tracción. [69].	45
Fig. 11. Equipo de ensayo de flexión de concretos por el método de cargas por tercios.	46
Fig. 12. Perú: Producción de huevo de gallina para consumo. Enero 2021-agosto 2022.	47

Fig. 13. Producción Mundial de Huevos en (bn/eggs). [74].	48
Fig. 14. Estructura del Huevo	49
Fig. 15. Diagrama del Flujo de Procesos: Concreto Patrón y Experimental	64
Fig. 16. Cantera la Victoria – Pátapo	65
Fig. 17. Cantera Tres Tomas -Ferreñafe	65
Fig. 18. Cantera Pacherras - Pucalá	66
Fig. 19. Cantera Castro I –Saña	66
Fig. 20. Cáscara de huevos: a) Recolección, b) Lavado y c) Secado	67
Fig. 21. Cáscaras de huevos: a) Pulverización y b) tamizado	67
Fig. 22. Cemento Portland Tipo I –Qhuna	68
Fig. 23. Ensayo del Peso Unitario Suelto Húmedo del Agregado Fino	69
Fig. 24. Ensayo del Peso Unitario Compactado Húmedo del Agregado Fino	70
Fig. 25. Ensayo del Contenido de Humedad del Agregado Fino: a) Peso del material y b) Colocación del material al horno	71
Fig. 26. Granulometría - Agregado Fino	73
Fig. 27. Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino: a) Prueba del cono, b) Peso del material, c) Uso de la fiola, d) Peso del material con el agua y d) Material retirado del horno (seco)	75
Fig. 28. Ensayo Peso Unitario Suelto Húmedo Agregado Grueso	77
Fig. 29. Ensayo Peso Unitario Compactado Húmedo Agregado Grueso	78
Fig. 30. Ensayo Contenido de Humedad del Agregado Grueso: a) Peso del material y b) Colocación del material al horno	79
Fig. 31. Granulometría - Agregado Grueso	80
Fig. 32. Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso	82
Fig. 33. Ensayo Peso Específico del Cemento: a) Peso del cemento y b) sumersión de la botella en agua a temperatura constante	84
Fig. 34. Ensayo Peso Específico del PCH: a) Peso del PCH y b) Sumersión de la botella al agua a una temperatura constante	85
Fig. 35. Ensayo para Determinar la Densidad: Registro del Peso Unitario	87
Fig. 36. Ensayo para determinar el Contenido de Aire en Mezclas Frescas	88
Fig. 37. Determinación del Asentamiento del concreto: a) Varillado del concreto y b) Medida del asentamiento del concreto	89
Fig. 38. Determinación de la Temperatura del Concreto	90
Fig. 39. Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto: a) Medida del diámetro y b) Ensayo de la muestra	91
Fig. 40. Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto: a) Medida de su longitud y b) Ensayo de la muestra de concreto	92
Fig. 41. Ensayo de la Resistencia a la Tracción del Concreto: a) Medida del diámetro y b) Ensayo de la muestra	93
Fig.42. Ensayo Módulos de Elasticidad del Concreto: a) Colocación del compresómetro y b) Ensayo de la muestra	94
Fig. 43. Curva Granulométrica del Agregado Grueso	98
Fig. 44. Curva Granulométrica del Agregado Fino	100
Fig. 45. Asentamiento del Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm ²	106
Fig. 46. Asentamiento del Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm ²	106
Fig. 47. Contenido de Aire Atrapado- Concreto patrón y Experimental - 210 kg/cm ²	107

Fig. 48. Contenido de Aire Atrapado- Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm ²	107
Fig. 49. Temperatura del Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm ²	108
Fig. 50. Temperatura del Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm ²	108
Fig. 51. Peso Unitario del Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm ²	110
Fig. 52. Peso Unitario del Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm ²	110
Fig. 53. Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón y Experimental- 210 kg/cm ²	112
Fig. 54. Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón y Experimental- 280 kg/cm ²	113
Fig. 55. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón y Experimental – 210 kg/cm ²	115
Fig. 56. Resistencia a la flexión del concreto patrón y Experimental - 280 kg/cm ²	115
Fig. 57. Resistencia a la Tracción de Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm ²	117
Fig. 58. Resistencia a la Tracción del Concreto Patrón y Experimental – 280 kg/cm ²	117
Fig. 59. Módulos de Elasticidad del Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm ²	118
Fig. 60. Módulos de Elasticidad del Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm ²	118
Fig. 61. Difractograma de la muestra PCH.....	132
Fig. 62. Gráfico de las Fases Identificadas del PCH.....	132

Resumen

El concreto es un material destacado en la industria de la construcción debido a sus múltiples ventajas, pero también tiene propiedades desfavorables como la fragilidad. Por eso se está intentando hacer ciertas modificaciones en su estructura, añadiendo materiales que mejoren las prestaciones del concreto. El presente trabajo tiene como objetivo realizar el análisis de las propiedades mecánicas del concreto sustituyendo un porcentaje de cemento por polvo de cáscara de huevos (PCH). El PCH se obtuvo triturando la cáscara y tamizándolas a través de un tamiz #200. Se prepararon muestras de concreto reemplazando 3%, 5%, 8% y 10% de PCH, dependiendo del volumen, en concretos con resistencias de 210 y 280 kg/cm². Las propiedades físicas se evaluaron para cada mezcla (estándar y experimental) mediante ensayos de asentamiento, temperatura, contenido de aire y peso unitario. Las propiedades mecánicas por resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulos de elasticidad se han ensayado a los 7, 14 y 28 días. A continuación, los concretos experimentales se compararon con los concretos patrones con resistencias de 210 y 280 kg/cm². Los resultados muestran el efecto de PCH sobre el concreto, con una mejora observable en la trabajabilidad de la mezcla. En cuanto a las propiedades mecánicas, se observaron resultados positivos en resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción y módulo cuando se sustituyeron porcentajes más bajos de PCH. Se puede concluir que el PCH tuvo un efecto significativo y arrojó resultados positivos con porcentajes de reemplazo de hasta el 8%.

Palabras Clave: Polvo de cáscara de huevo, concreto, propiedades mecánicas, propiedades físicas, cemento.

Abstract

Concrete is a prominent material in the construction industry due to its multiple advantages, but it also has unfavorable properties such as brittleness. For this reason, attempts are being made to make certain modifications to its structure, adding materials that improve the performance of the concrete. The objective of this work is to carry out the analysis of the mechanical properties of concrete by substituting a percentage of cement for egg shell powder (PCH). The PCH was obtained by crushing the shell and sieving it through a #200 sieve. Concrete samples were prepared replacing 3%, 5%, 8% and 10% of PCH, depending on the volume, in concrete with resistances of 210 and 280 kg/cm². The physical properties were evaluated for each mixture (standard and experimental) through settlement, temperature, air content and unit weight tests. The mechanical properties by resistance to compression, flexion, traction and elasticity modules tested at 7, 14 and 28 days. Next, the experimental concretes were compared with the standard concretes with resistances of 210 and 280 kg/cm². The results show the effect of PCH on the concrete, with an observable improvement in the workability of the mix. Regarding the mechanical properties, positive results were observed in compressive strength, flexural strength, tensile strength and modulus when lower percentages of PCH were substituted. It can be concluded that the PCH had a significant effect and yielded positive results with replacement percentages of up to 8%.

Keywords: Eggshell powder, concrete, mechanical properties, physical properties, cement.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

El desarrollo sostenible, el cambio climático, la extracción y consumo extensivo de recursos minerales no renovables son los retos contemporáneos a los que se enfrenta el hombre, especialmente las industrias constructoras. Reducir la minería, utilización de materiales primas, y la expulsión de CO₂ generadas por la elaboración de clinker de los cementos portland, así como mejorar el rendimiento del concreto son ahora objetivos alcanzables incluso con el uso de diversos materiales reciclados y subproductos en un reemplazo parcial de materiales vírgenes [1].

Los países en desarrollo encuentran muy crítico gestionar la eliminación de los residuos generados. India tiene el tercer puesto en la productividad de huevo, generando alrededor de 3.800 millones de kilogramos al año. Este crecimiento en la producción de mayor tasa se debe principalmente al alza en el consumo interno. Esto podría conducir a una mayor generación de residuos sólidos. Las cáscaras de huevo podrían incorporarse de manera efectiva en la producción de concreto como mezclas de cemento [2].

Los huevos son alimentos muy consumidos en el mundo, especialmente en Colombia. De acuerdo con las estadísticas de la Federación Nacional de Avicultores, el consumo per cápita en 2018 fue de 293 unidades. Junto con dicho consumo, se produce una gran cantidad de residuos de cáscara, lo que aumenta el interés de la investigación en su uso en diversos campos y promueve el desarrollo del emprendimiento. Además, debido a la mala gestión de residuos comunes como las cáscaras de huevo, se tendrá impactos muy negativos en el entorno y convirtiéndose en un factor de riesgo para la sustentabilidad y sostenibilidad ambiental [3].

En Malasia la cáscara de huevo se consideran desechos municipales en el la industria doméstica y avícola, por lo que la mayoría termina en los vertederos. El potencial de utilizar la cáscara de huevo ha sido estudiado por muchos investigadores. En la ingeniería civil, las cáscaras de huevos también se han probado como reemplazo de aglutinante, relleno y

agregado fino [4].

A medida que el cambio climático continúa ocupando un lugar destacado entre los problemas de preocupación mundial, las industrias como la agricultura y la construcción continúan descubriendo otros procedimientos para frenar la generación de CO₂ y fomentar el uso o la reutilización de una variedad de subproductos y materiales de desecho, fomentando la implementación de tecnologías más limpias. Las cascaras de huevo forman un componente notable de estos desechos, constituyendo más de 7.6 millones de toneladas métricas al año. La industria avícola sudafricana produjo 452 000 toneladas de huevos en 2018 [5].

En el mundo se producen grandes cantidades de desechos de cáscara de huevo. El reutilizamiento de estos residuos, que en caso contrario suelen ser depositados en vertederos, representa una oportunidad dentro de una perspectiva de economía circular. En un trabajo de investigación en Portugal se exploró el potencial de los desperdicios de las cáscaras de huevos de las gallinas para producir cal calcítica. También se evaluaron las implicaciones industriales, ambientales y económicas del uso de estos residuos para producir cal. Todos los residuos de cáscara de huevo podrían consumirse a escala industrial en Portugal, lo que permitiría una sustitución parcial de piedra caliza de aproximadamente un 2.6% en una fábrica de cal [6].

La incorporación de las cáscaras de huevos (CH) en la fabricación de materiales de construcción conduce a una reducción de los problemas ambientales debido a la expulsión de desperdicios de CH y al alto uso de los cementos. Se han realizado varios tipos de investigación sobre el uso de CH como sustitución del cemento en concreto, mortero de cemento, bloques de arenisca y bloques de cemento de tierra, así como también como estabilizador para ladrillos y suelos. El uso CH puede mejorar la resistencia a la rotura del material cementoso y un efecto positivo tanto en el costo como en el entorno. La proporción de cemento se reduce sustituyendo el CH en los siguientes materiales de construcción: concreto, bloques de mampostería, concreto reforzado con fibras y mortero de cemento[7].

Las cáscaras de huevo son uno de los desechos sólidos del mundo y se consideran peligrosas según las normas de la Comisión Europea. La utilización de desechos sólidos, como cáscaras de huevo, ayudará a crear un entorno sostenible al minimizar los desechos sólidos que se desechan en el medio ambiente. La utilización de PCH en el cemento también ayuda a disminuir las expulsiones CO₂ de las fábricas de cemento al reducir la producción de Clinker [8]

El huevo es un producto animal de gran utilidad agronómica, con una fabricación mundial de 70,9 millones de toneladas en 2018. China simbolizó el 35% de la obtención mundial, seguida de América del Norte (12% de la fabricación mundial), la Unión Europea (10% de la producción mundial) e India (7% de la fabricación mundial). En Francia, se originan anualmente entre 16 y 17 mil millones de huevos (14 500 millones de huevos de mesa) y más de 1 200 mil millones en todo el mundo. En 2019, la fabricación de huevos aumentó un 3,3 % en paralelo con 2018, principalmente debido a la extensión de la producción asiática, que acrecentó un 42 % desde 2000 [9].

En el Perú, la realidad de búsqueda por implementar nuevas tecnologías en el área de construcción ha llevado a la evolución del adobe como estructuras construidas para casas y monumentos, las obras de concreto en edificaciones nuevas y existentes en el país, este desarrollo ha visto la necesidad de encontrar nuevos materiales para complementar o reemplazar materiales concretos [10].

En agosto de 2022, la industria avícola representó el 25,5% del valor de la producción agrícola total (21,2% para aves, 4,3% para huevos), posicionándose como la fuente número uno de proteína animal a nivel nacional y regional, y asegurando el suministro de la principal fuente animal para las necesidades de la población. En huevos, las regiones con mayor participación en la producción nacional son: Ica (40.0%), Lima (26.8%), La Libertad (18,3%) y Arequipa (3,6%), logrando estos resultados por una buena administración técnica de los alimentos de las gallinas ponedoras a pesar del aumento de precios del maíz [11].

Hace unos años, ha despertado el interés en los investigadores por encontrar nuevos

materiales que pudieran reemplazar al cemento como elemento básico de construcción y que también pudieran optimar las características del concreto sin emitir dióxido de carbono.

SalehAli et al., [12], en su estudio titulado “Experimental study on mechanical properties of concrete by partial replacement of cement with eggshell powder for sustainable construction”. Su objetivo fue evaluar la efectividad de las cáscaras de huevo en polvo como sustituto de una parte del cemento en la preparación del concreto. Las sustituciones se hicieron en proporciones de 5%, 10%, 15% y 20%, siendo el reemplazando del 10% quien logró los mejores resultados con unas resistencias a la compresión de 330.38 kg/cm² y a la flexión de 42.01 kg/cm², en paralelo con al concreto de referencia que alcanzó 292.15 kg/cm² en compresión y los 38.95 kg/cm² en flexión. Concluyeron que la proporción óptima de PCH como sustituto del cemento es del 10%.

Hock et al., [13], en su estudio titulado “Absorption and strength properties of lightweight foamed concrete with egg shell powder as partial replacement”. Su objetivo fue producir concreto mediante la sustitución de una parte de cemento por las cáscaras de huevos en polvo. Las sustituciones se hicieron en proporciones de 2.5%, 5%, 7.5% y 10%. Los mejores resultados fueron: Las resistencias a la compresión de 81.99 kg/cm² con 5% y 28.65kg/cm² con 7.5% PCH para concretos con densidades de 1000 kg/m³ y 1400 kg/m³ respectivamente. Su peso unitario disminuyó al aumentar la sustitución en las mezclas de densidad de 1400 kg/m³. De esto se concluyó que se puede utilizar hasta un 7.5% de PCH como suplente del cemento.

Hama [14], en su estudio titulado “Improving Mechanical Properties of Lightweight Porcelanite Aggregate Concrete Using Different Waste Material”. Su objetivo fue reemplazar el cemento por cáscara de huevo en polvo para lograr beneficios estructurales y ambientales además de ahorro de costos. Las dosificaciones fueron de 5%, 10%, 15% y 20%. A traves del resultado de pudo observar que las resistencias a la compresión, a la flexión y el módulo de elasticidad experimentaron pérdida con el 5% experimentar solo en su resistencia de 1.2% ,0.47% y 33.3% respectivamente. Concluyeron que el aumento de % polvo conduce a la

disminución de la densidad debido a la baja gravedad específica del polvo y que como suplente parcial del cemento no es muy efectivo.

Ahmed et al., [15], en su estudio titulado "Analysis of eggshell powder as a partial replacing material in concrete". Su objetivo fue medir las características del concreto usando cáscara de huevo en polvo. Las proporciones de sustitución fueron de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% en peso en lugar de cemento. Los resultados mostraron que al reemplazar el 7.5% de polvo, se lograron buenas resistencias a compresión, tracción y flexión de 315,40 kg/cm², 32.12 kg/cm² y 62.20 kg/cm², respectivamente; y a medida que aumentaba el porcentaje de PCH se presenciaba una disminución en dichas propiedades. Concluyeron que las características mecánicas del concreto disminuyen paulatinamente en proporciones superiores al 7.5%.

Rokiah et al [16], en su estudio titulado "Compressive strength of concrete containing eggshell powder as partial cement replacement". Su objetivo fue averiguar la proporción óptima de cáscaras de huevos (CH) como sustituto del cemento para concretos de alta resistencia. Los porcentajes de remplazo fueron de 5%, 10% y 15% CH. Obtuvieron como resultado que al sustituir 10 % CH, la resistencia a la compresión fue 697.49 kg/cm² a diferencia del concreto de referencia que fue menor con un 684.23 kg/cm², obteniendo un aumento 1.9%; la altura del asentamiento disminuyó en un rango de 4% a 10% a medida que la proporción de sustitución se incrementó. Concluyeron que la CH al 10% como sustitución parcial del cemento tiene mayor resistencia que el concreto de control y puede ser utilizado como material de construcción.

Lim et at., [17], en su estudio titulado "Engineering Properties of 1200 kg/m³ Lightweight Foamed Concrete with Egg Shell Powder as Partial Replacement Material of Cement". Su objetivo fue investigar el impacto de la sustitución parcial de cemento por polvo de cáscaras de huevos (PCH) sobre las características del concreto ligero. Utilizaron porcentajes de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% de PCH como sustitución parcial de cemento. Los mejores resultados lo obtuvieron con el 5% PCH, con unas resistencias a la compresión de

36.30 kg/cm², a la flexión de 25.29 kg/cm² y una densidad de 1222 kg/m³, superiores al concreto patrón. Concluyeron que el PCH es factible para ser usado como sustitución parcial del cemento material para la preparación de la unidad de albañilería.

Alazeem et al., [18], en su estudio titulado “Effect of eggshell powder on the behavior of axially and eccentrically loaded columns”. Su objetivo fue estudiar el efecto del uso de polvo de cáscaras de huevos (PCH) como sustitución parcial del cemento Portland en mezclas de concreto. Utilizaron niveles de sustitución del 5%, 10% y 15%. Los resultados manifestaron que las características mecánicas del concreto se deterioraron en presencia de PCH, donde el 5% PCH dio resultados cercanos al concreto de referencia con reducciones en las resistencias a la compresión, tracción y flexión de 2%, 10% y 4% respectivamente (a los 28 días). Concluyeron que el PCH puede ser utilizado hasta un 5% como sustituto del cemento en el concreto.

Ashfaque et al., [19], en su estudio titulado “Eggshell powder as partial cement replacement and its Effect on the workability and compressive strength of concrete”. Su objetivo principal fue estudiar si el concreto es trabajable y cuenta con buenas resistencias a la compresión con el empleo de polvo de cáscaras de huevos (PCH) como material cementante para reducir la cantidad de cemento. Las cáscaras fueron molidas en finuras de 50µm y 100 µm, se utilizaron tres porcentajes de 5%,10% y 15% PCH para reemplazar una parte de cemento. Los resultados revelaron que la muestra de control alcanzó 456.12 kg/cm² y reemplazando el cemento con 10% de polvo de cáscaras de huevos con una finura de 50 µm tuvo la más alta resistencia a la compresión de 482.84 kg/cm². Además, la trabajabilidad se redujo con el acrecentamiento de la cantidad de PCH. Concluyeron que la sustitución óptima del cemento era del 10 % independientemente de la finura del PCH.

Yeong et al., [20], en su estudio titulado “Eggshell as a partial cement replacement in concrete development”. Su finalidad fue analizar la función del polvo de cáscaras de huevos (PCH) como sustitución de una parte del cemento en la elaboración de concretos curados en agua y al aire libre. Utilizaron PCH en proporciones de 5%, 10 % y 20% como suplente del

cemento. A través del resultado se pudo exponer que los concretos con PCH perfeccionaron significativamente sus características, con un substitución del 15% se tuvo mayores resistencias a la compresión de 489.46kg/cm^2 y a la flexión de 102.99 kg/cm^2 ; así mismo, el concreto experimental logró superar al concreto estándar con 6.66%, 4% y 1.35% de asentamiento al reemplazar 5%, 10% y 15% de PCH respectivamente; mientras que con PCH al 20% disminuyó el asentamiento en 13.33%. También afirmaron que el principal componente del PCH es el carbonato de calcio (CaCO_3) con aparecía de calcita; por lo que se puede concluir que la proporción óptima de PCH en concretos secados al horno, tienen que ser con substituciones del 15%.

Hok et al., [21], en su estudio titulado “Environmental impact and quality assessment of using eggshell powder incorporated in lightweight foamed concrete”. Su objetivo fue estudiar el impacto de polvo de cáscaras de huevos (PCH) como substitución de una parte del cemento en el desempeño de calidad del concreto ligero con una densidad de 1300 kg/m^3 . Utilizaron sustitutos con PCH al 2.5%, 5%, 7.5% y 10%. Los resultados expusieron que la añadidura de PCH acrecentó las resistencias a la compresión de los concretos. El reemplazo de 7.5% exhibió unas resistencias a la compresión superiores de 55.06 kg/cm^2 en relación a los 45.28 kg/cm^2 del concreto patrón. Concluyeron que el uso de PCH como reemplazo del cemento es sostenible hasta 7.5% para producción de concreto.

Hamdullah et al., [22], en su estudio titulado “Effect of eggshell waste powder on impact resistance and bond characteristics of reinforced concrete”. Su objetivo fue evaluar la función del polvo de cáscaras de huevos (PCH) como substitución de una parte del cemento en relación a la característica física y mecánica de los concretos. El cemento se reemplazó a razón de 2.5%, 5%, 7.5% y 10% PCH. Los resultados expusieron que todas las muestras que contenían PCH exhibieron una alta resistencia a tiempos adelantados. Para la substitución de cemento, el PCH al 2.5% mostró la más alta resistencia a la compresión con 601.63 kg/cm^2 , a diferencia del concreto estándar que fue de 407.89kg/cm^2 . Concluyeron que el PCH al 2.5% da los mejores resultados.

Gunalaan & Seah [23], en su estudio titulado “utilización of eggshell powder (ESP) as partial replacement of cement incorporating Superplasticizer”. Su objetivo fue definir el comportamiento de la cáscara de huevos como sustituto de una parte del cemento en la producción de los concretos. Se utilizó polvo de cascara de huevos (PCH) en cantidades de 5%, 10%, 15% y 20%. Los resultados expusieron que el concreto con PCH mejoró significativamente las resistencias a la compresión y a la flexión. Por otro lado, después de 28 días de curado con reemplazo parcial de cemento, el PCH al 15% mostró las mayores resistencias a la compresión de 367.098 kg/cm², respecto al concreto estándar que tuvo 265.126 kg/cm² y la máxima resistencia a la flexión fue 32.63 kg/cm². Concluyeron que la proporción óptimo de PCH como sustitución parcial del cemento es del 15%.

Mohd & Muhammad [24], en su estudio titulado “Eggshell as the partial replacement of Portland cement in the production of concrete. Su objetivo fue estudiar a la propiedad mecánica de los concretos media la substitución de una parte del cemento por polvo de cáscaras de huevos (PCH). Se prepararon cuatro lotes diferentes sustituyendo 10%,20% y 30% PCH; en consecuencia, se evaluaron tanto la trabajabilidad y las propiedades mecánicas de los concretos con polvo de cáscaras de huevos mediante pruebas de asentamiento y tres pruebas de ruptura. Los resultados mostraron que después de 28 días de curar a los concretos, las resistencias a la compresión, flexión y tensión disminuyeron en rangos de 41-48%, 15-28% y 13-70%, respectivamente. Al 10 %, 20 % y 30 % de PCH, la trabajabilidad disminuye en el rango de 30, 34 y 70 %. Concluyeron que el PCH es conveniente para propósitos que demandan concretos de bajas resistencias.

Ofuyatan et al., [25], en su estudio titulado “Development of high-performance self compacting concrete using eggshell powder and blast furnace slag as partial cement replacement”. Su finalidad fue estudiar la característica física y mecánica de los concretos. Utilizaron proporciones de 10%, 20% y 30% de polvo de cáscaras de huevos (PCH) como substitución parcial del cemento. Los resultados mostraron que al sustituir PCH se evidencio una baja resistencia mecánica en relación con el concreto patrón, donde la resistencia a la

compresión disminuyó en rangos 2 a 4% y la flexión de 9 a 15%. Concluyeron que el reemplazo de 10% fue óptimo para la fluidez y la trabajabilidad del concreto.

Kannam et al., [26], en su estudio titulado “experimental study on M30 grade concrete with partial replacement of cement with egg shell powder”. Su objetivo era reducir el costo del concreto sin comprometer las resistencias a la compresión de los concretos después de la sustitución parcial del cemento polvo de cáscaras de huevos (PCH). Se reemplazó el cemento por PCH al 5%, 10%, 15%, 20% y 25%. A través del resultado se puede visualizar que después de curar 28 días a los concretos, el 10 %PCH tenían las resistencias a la compresión más altas de 358.43 kg/cm² en relación con el concreto estándar que era de 311.73 kg/cm². Concluyeron que las mejores resistencias a la compresión se logran con PCH al 10 %.

Ashour et al., [27], en su estudio titulado “Effects of eggshell powder as partial replacement of cement on Flexural behavior of one-way concrete slabs”. Su objetivo fue analizar la actuación de losas de los concretos que contienen polvo de cáscaras de huevos (PCH). La sustitución de PCH fue en proporciones de 3%, 5%, 8%, 10%, 13% y 15%. Los resultados mostraron que después de un curado de 28 días con reemplazo parcial del cemento, el 3%PCH tuvo las mejores resistencias a la compresión de 693.41 kg/cm² en relación con el concreto estándar que tuvo un aumento de 458,87 kg/cm². Los concretos experimentales con el 3%, 5% y 8 % de PCH tuvieron resistencias a la compresión más altas y con el 10%, 13% y 15%PCH se evidencia disminución en la resistencia. Concluyeron que se debe reemplazar hasta un 3% para perfeccionar las propiedades mecánicas de los concretos.

Abdolkarim [28], en su estudio titulado “Effect of eggshell powder application on the early and hardened properties of concrete”. Su objetivo fue analizar el comportamiento del polvo de cáscaras de huevos (PCH) en relación con las propiedades mecánicas de los concretos. La cáscara de huevo se puso a tierra y se calentó a 950°C durante 2 horas, y mediante la prueba difracción de rayos x, se ejecutó el respectivo análisis químico para

realizar la comparación con las propiedades del cemento portland. Se reemplazó parcialmente con PCH en porcentajes de 10% al 20%. Por medio del resultado se visualizó que después de curar 28 días a los concretos, el reemplazo parcial de cemento al 10 % mostró las mejores resistencias a la compresión de 370 kg/cm² y a la flexión de 84.13 kg/cm² en comparación con el concreto estándar de 365 kg/cm³ y 81.58 kg/cm² respectiva. Concluyeron que hasta un 10% de reposición se puede perfeccionar las propiedades mecánicas de los concreto.

Sharmila & Devadoss [29], en su estudio titulado “Experimental study on properties of strength durability of concrete by partial replacement of cement with egg shell powder”. Su objetivo fue estudiar las propiedades de las cáscaras de huevos para encontrar formas de hacerlo particularmente útil como sustituto. Los residuos de polvo de cáscaras de huevos (PCH) y cenizas volantes (CV) se utilizan como sustitutos parciales del cemento. Se sustituyeron 20%, 25%, 30% y 35% de PCH y 10% de cenizas volantes de peso constante. Los resultados mostraron que luego de reemplazar parcialmente el cemento con 30% PCH y 10% CV y curar por 28 días, las mayores resistencias a compresión fueron de 264.11 kg/cm², a tracción 95.24 kg/cm² y a flexión 30.49 kg/cm². Concluyeron que las propiedades mecánicas más importantes de los concretos mejoran con una combinación de hasta un 30% PCH y un 10% CV.

Othman et al., [30], en su estudio titulado “Evaluation on the rheological and mechanical properties of concrete Incorporating eggshell with tire power”. Su objetivo fue analizar las características reológicas y mecánicas de los concretos que incorpora cáscara de huevo y caucho de llanta de desecho. Las sustituciones variaron del 5% al 15% para ambos materiales. Se accedió a las propiedades reológicas del concreto mediante la prueba del cono de asentamiento mientras realizaba la prueba mecánica. Las propiedades se estudiaron mediante estudios de las resistencias a la compresión y resistencia a la flexión. Como resultado, se demostró que el reemplazo de las cáscaras de huevo tuvo efectos sobre los asentamientos de los concretos y el caucho de las llantas redujo la trabajabilidad. Además,

la resistencia mecánica del concreto fue óptima al 5% y 10% PCH. El concreto que contenía un 10 % de PCH tuvo las resistencias a la compresión más alta (para las 3 edades) de 653.84 kg/cm² posteriormente de 28 días y 696.36 kg/cm² a los 90 días. Concluyeron que el 10% de reemplazo después de 28 días presenta un concreto de excelente calidad.

Punyanich et al., [31], en su estudio titulado “The potential of chicken eggshell waste as a bio-filler filled epoxidized natural rubber (ENR) composite and its properties”, encontraron que el tipo de difracción de rayos X presento similitud con los picos cristalinos de carbonato de calcio de cáscaras de huevos, cáscaras de huevos comerciales y tratadas a alta temperatura, con un pico prominente alrededor de 30° (2θ) característico de la calcita cristalina.

Camones [32], en su estudio titulado “Resistencia de adoquines de concreto f’c=320 kg/cm² , sustituyendo el cemento en 10% por la combinación de ceniza de bagazo con cáscara de huevo”. Su objetivo fue reemplazar el cemento con 4% de bagazos de cebada (CBC) y 6% de polvo de cáscaras de huevos (PCH) y medir las resistencias a la compresión del concreto. Se realizaron estudios de compresión después de 7, 14, 21 y 28 días de curado para examinar a los concretos patrones y experimentales. Se realizó la sustitución el cemento con una combinación de 10% de CBC y PCH. Por medio del resultado se pudo visualizar que al usar la combinación se logró una mejor resistencia a la compresión de 353.93 kg/cm² en comparación con el adoquín estándar que fue de 351.10 kg/cm². Concluyeron que los concretos con reemplazos de CBC y PCH superon al diseño mezcla.

Reyes [33], en su estudio titulado “Resistencia a compresión de un concreto f’c= 210 kg/cm² al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cáscara de huevo”. Su finalidad fue analizar las resistencias de los concretos al substituir el cemento por cenizas de cáscaras de huevos (CCH). Se utilizaron relaciones de 4%, 6% y 8% de CCH. Los resultados obtenidos fueron buenos en cuanto a trabajabilidad y resistencia después de 28 días de curado, arrojando una resistencia de 214.96 kg/cm². Concluyeron que la sustitución del cemento por CCH al 8% optimizó la resistencia y superó al concreto patrón.

Castro & Alfaro [34], en su estudio titulado “ Análisis comparativo de las propiedades físicas - mecánicas del concreto de resistencias $f'c=210,280,350 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo material cementicio por cáscara de huevo”. Su objetivo fue analizar las propiedades del concreto. Las sustituciones se realizaron a razón del 15% y 20% con base en el peso del cemento, con un 2% de adición. Los ensayos de las resistencias a la compresión se de realizaron a los 7, 14 y 28 días y resistencias a la tracción fueron estudiadas a los 28 días. Por medio del resultado las resistencias a la compresión de los concretos con reemplazos y adiciones de CH excedieron las resistencias de diseño a los 7 días de edad, lo que actúa como un potenciador de las resistencias a edades tempranas. Concluyeron que un nivel de 15% de sustitución y 2% de adición de CH da mejores resultados.

Matías [35], en su estudio titulado “Resistencia de un concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cáscara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto”. Su finalidad fue medir las resistencias a compresión de los concretos. Se sustituyó el cemento por 7.5% y 12% de polvo de cáscaras de huevos (PCH) ; 2.5% y 4% de ceniza de hojas de eucaliptos (CE). Como resultado, la resistencia a la compresión del espécimen estándar alcanzó el 101% después de 28 días, el 10% (7.5%+2.5%) experimental alcanzó el 102%, el 16% (12%+4%) alcanzó el 111% de resistencia . Concluyeron que los sustitutos con dichos materiales si mejoran las propiedades del concreto.

Alvarado [36], en su estudio titulado “Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cáscara de huevo molido en concreto con concreto”. Su bjetivo era estudiar y comparar el rendimiento de las propiedades del concreto estándar y el concreto que contiene cáscara de huevo molida (CHM) y superplastificante (S). Se utilizaron niveles de 2% y 2.5% CHM como sustituto del cemento y adiciones de 0.5%, 1% y 1.5% S. Los resultados mostraron que las cáscaras de huevos trituradas y el superplastificante mejoraron la trabajabilidad y las propiedades mecánicas del concreto. Concluyeron que las proporciones que dan mejores resultados son 2.5% de cáscaras de huevos triturada y 1.5% de superplastificante.

Baldeon & Quispe [37], en su estudio titulado “ Resistencia del concreto $f'c= 210$ kg/cm², sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscara de huevo y cal ,Nuevo Chimbote, Ancash-2020”. Su objetivo fue comprobar los cambios que presenta las resistencias de los concretos. Se utilizaron reemplazos de 10% PCH + 5% cal y 15% PCH + 10% cal. Los resultados mostraron que con una sustitución del 15% del concreto de experimental se lograron 241.10 kg/cm², superando la resistencia del concreto estándar de 221.93 kg/cm². Concluyeron que el concreto con 15% de reemplazo alcanzó alta resistencia a los 28 días de edad; mientras que el concreto estándar no pudo ser superado por el reemplazo del 25%.

Saldaña [38], en su estudio titulado “ Resistencia a la compresión y permeabilidad de mortero sustituyendo el cemento en 10% y 20 % por polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de arroz”. Su objetivo fue analizar el polvo de cascara de huevos (PCH) y ceniza de cáscaras de arroces (CCA) como sustitución del cemento. Se midió las resistencias a la compresión y las permeabilidades de los morteros reemplazando el cemento con 10% PCH y 20% CCA. La resistencia a compresión al día 28 fue de 385 kg/cm² para el mortero estándar, y de 388 kg/cm² y 403 kg/cm² para el mortero experimental con 10% y 20% de reemplazo respectivamente. Concluyeron que la combinación aumento ligeramente la resistencia.

Jaimes [39], en su estudio titulado “Resistencia de adoquines de concreto $f'c=210$ kg/cm², sustituyendo el cemento en 15% y 30% por una combinación de cáscara de huevo y vidrio molido”. Su finalidad fue establecer las resistencias a la compresión de los adoquines de concretos. Se reemplazo parcialmente al cemento por combinacones del 15% y 30% de cáscaras de huevos (CH) y vidrio molido (VM). Los resultados mostraron que después de 28 días, cuando se reemplazó el 15% del cemento con una combinación de CH y VM, la resistencia alcanzada fue de 361.50 kg/cm² y el 30% tuvo una resistencia de 325.18 kg/cm² en comparación con los adoquines estándar con una resistencia de 350.28 kg/cm². Concluyeron que la composición de cáscaras de huevos y vidrios molidos da resultados superiores al concreto estándar.

Cayán & Valladares [40], en su estudio titulado “Evaluación de la resistencia del ladrillo de concreto, por sustitución parcial del cemento por cáscara de huevo y Zeolita, Chimbote – 2021”. Su objetivo fue determinar el impacto sobre las resistencias a la compresión de los ladrillos de los concretos, al substituir el cemento con una combinación de 9% y 15% de polvo de cáscaras de huevos (PCH) y polvo de zeolita (PZ). Después de curar durante 28 días; por consiguiente, los resultados de resistencia a la compresión fueron de 129.05 kg/cm², 131.20 kg/cm² y 134.11 kg/cm² al 0%, 9% y 15% respectivamente. Concluyeron que la substitución del cemento por cáscaras de huevos y zeolitas aumento la resistencia a la compresión de los ladrillos de concretos.

Mondragón [41], en su estudio titulado “ Influencia de la fibra de poliestireno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para una resistencia de 210 y 280 kg/cm²”. Su objetivo fue evaluar los efectos de la fibra de poliestireno en las propiedades físicas y mecánicas de los concretos. Se ejecutaron cinco estudios de cantera durante este estudio de granulación para implementar los diseños de la mezclas de los concretos. Los resultados mostraron que las canteras con mejores agregados fueron cantera La Victoria para agregados finos y cantera Paherres para agregados gruesos, con 3/4" T.M.N y 2.85 M.F. Esto es consistente con lo encontrado en este estudio y con quienes diseñaron mezclas de concreto convencional según ACI 211, con relaciones A/C de 0.68 y 0.58 para los diseños de 210 y 280 kg/cm², respectivamente.

La presencia de autores que han debatido el tema durante años, pero no todos llegaron a los mismos resultados en sus estudios, por lo que la teoría es incompleta, por ello se realizó este estudio con la finalidad de complementar el conocimiento existente. Este estudio es experimental y se realizó debido a la necesidad de mejorar la actuación de las propiedades mecánicas del concreto mediante la substitución del 3, 5, 8 y 10% del cemento por polvo de cáscaras de huevos. En los últimos años, algunos países del mundo han comenzado a dar la bienvenida al desarrollo de nuevos materiales de construcción. A través de este estudio, se promueve el uso de cáscara de huevo en el diseño de nuevas mezclas,

lo que puede brindar suficiente información para que las empresas constructoras puedan resolver problemas de construcción y con mejores características que las mezclas convencionales. Al suplir el cemento por polvo de cáscara de huevos en la fabricación de concreto, se determinarán diferentes características mecánicas del concreto para lograr resultados de investigación suficientes. Con la adición de estos materiales alternativos se pretende evaluar el efecto de su aplicación sobre las propiedades mecánicas a través de diferentes porcentajes. Para prevenir, controlar y compensar los impactos ambientales se utilizará adecuadamente la cascara de huevo, que tiene principalmente el medio ambiente como factor de contaminación. Las alternativas técnicas económicas, como el reciclaje de cáscaras de huevo, consiguen ayudar a mejorar la calidad de las características mecánicas del concreto. Este estudio se lleva a cabo para que los jóvenes estudiantes y profesionales puedan revisar, ampliar mi investigación y realizar otras investigaciones. Si la cáscara de huevo se transforma en polvo y se reemplaza con cemento al 3%, 5%, 8% y 10%, se volverá más resistente al concreto y así podremos determinar si contribuirá al sector del área constructiva. El concreto a base de polvo de cáscara de huevo aún no ha sido utilizado en nuestras edificaciones a nivel comunitario, regional o nacional, esto se verifica ya que no se han encontrado antecedentes ni proyectos de construcción relacionado al tema. Por ello, es importante evaluar este concreto para que pueda ser utilizado con seguridad en los futuros edificios de la ciudad.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo afecta la sustitución del 3%, 5%, 8% y 10% de cemento por polvo de cáscaras de huevos a las propiedades mecánicas del concreto?

1.3. Hipótesis

Sustituyendo la cantidad de cemento por polvo de cáscaras de huevos en proporciones de 3%, 5%, 8% y 10% se obtienen concretos con mejores propiedades mecánicas.

1.4. Objetivos

Objetivo general

Evaluar las características mecánicas del concreto sustituyendo el cemento por polvo de cáscara de huevo.

Objetivos específicos

- Determinar las características físicas de los agregados pétreos.
- Determinar las características mecánicas del concreto patrón 210 y 280 kg/cm².
- Determinar las características mecánicas del concreto 210 y 280 kg/cm² con la sustitución 3% ,5%, 8% y 10% de polvo de cáscara de huevo.
- Determinar la cantidad óptima del polvo de cáscara de huevo.
- Determinar las características químicas del polvo de cáscara de huevo.

1.5. Teorías relacionadas al tema

Concreto

Son materiales del área constructiva que consiste especialmente en piedras de tamaño máximo limitado, ligadas por una lechada de cemento y agua, que cumplen ciertas condiciones en términos de propiedades físicas, químicas y de tamaño de grano. Se pueden agregar otros productos o materiales al material base durante el amasado para mejorar ciertas propiedades [42].

El concreto es un material resistente y duradero, pero como funciona en manera líquida, puede adoptar cualquier formato. Esta mezcla de propiedades es el motivo por la que es uno de los materiales de las construcciones más conocidos [43].

Tipos de concretos

Concreto estructural: Todo el concreto manejado para fines estructurales, adjunto el concreto simple y reforzado con una capacidad de carga de 170 kg/cm² o más [44].

Concreto ciclópeo: Los concretos ciclópeos son materiales utilizados en las construcciones, que consisten en arena, piedra, agua y cemento, además de mampostería e

incluso bloques grandes. El concreto ciclópeo es un hormigón de forma muy sencilla con la adición de piedras de varios tamaños, pero normalmente piedras de gran tamaño. [42].

Concreto lanzado: También llamado shotcrete. Tienen superioridades en ingeniería subterránea como túneles y minas. En obras de ingeniería civil como túneles y minerías. Así mismo, se maneja para proteger y revestir terraplenes y excavaciones [42].

Concretos autocompactable: concretos que se puede colocar sobre cualquier tipo de elemento sin vibrador. Este tipo de concreto utiliza plastificantes y permite: una trabajabilidad muy mejorada con la misma cantidad de humedad; cantidades de aguas reducidas con las mismas trabajabilidades y, por lo tanto, una resistencia significativamente mayor [42].

Concreto Ligero: Se utiliza principalmente en industrias de prefabricados o en el cual se requiere reducción de peso muerto. Utilizar áridos con una densidad inferior a la habitual, con un peso aproximado de 1500 a 1800 kg/m³ [42].

Concreto de alta resistencia: este tipo de concreto se aplica a concretos con valores de resistencias a la compresión superiores a 42 MPa [42].

Importancia del concreto

El concreto es ahora el más aprovechado en las industrias de las construcciones y la eficacia final de los concretos está sujeta a calidad de los materiales y la eficacia profesional de los ingenieros.

El concreto está ganando importancia como material de construcción. Debido a que es altamente plástico en su estado fresco, se puede moldear cómodamente en diferentes formas y puede asumir cualquier forma y varias dimensiones [45].

La propiedad estructural más importante de los concretos es que tiene un buen aguante a los esfuerzos de compresión. No obstante, sus resistencias a la tracción como su esfuerzo cortante son comparativamente bajos, por lo que debe usarse donde el esfuerzo de tracción o cortante sea muy bajo [43].

Componentes de los concretos

Los concretos están conformados por cemento, agua, árido fino y árido grueso. El cemento, el agua y el árido fino forman el mortero y sirven para unir las distintas partículas de los áridos gruesos y llenar los espacios entre ellos. Teóricamente, el volumen de mortero solo debe rellenar el volumen entre partículas. En la práctica, se utiliza una mayor cantidad de mortero para aumentar este volumen de modo que no se formen vacíos [46]. En la Fig. 1, podemos apreciar los 4 componentes del concreto.

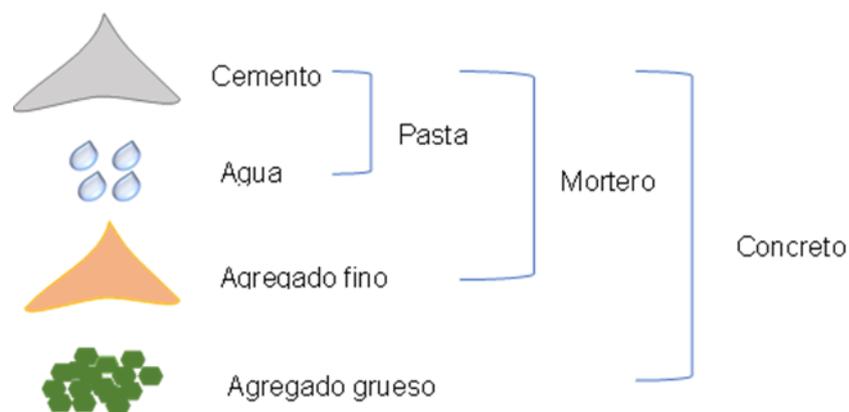


Fig. 1. Componentes del concreto

La fig. 2, muestra las fracciones de volúmenes absolutos típicas de los elementos de los concretos. De este resultado, podemos concluir que el cemento es el componente que menos contribuye.

Aire = 1 % a 3 %
Cemento = 7 % a 15 %
Agua = 15 % a 22 %
Agregados = 60 % a 75 %

Fig. 2. Proporciones típicas en volúmenes absolutos de los elementos de los concreto. [47].

Por sus propiedades, el concreto debe cumplir cuatro funciones principales: En primer lugar, las mezclas frescas deben ser viables, consistentes y cohesivas. Facilita la colocación sin causar separación o lixiviación masiva. El concreto endurecido debe entonces tener propiedades que correspondan a la función de uso de la estructura. Tercero, el costo debe ser el mínimo necesario para la calidad deseada [48].

Cemento Portland Tipo I - Qhuna

Cemento de empleo frecuente elaborado por medio de la molienda de diferentes proporciones de Clinker y yeso para asegurar una buena trabajabilidad y/o calidad del producto con buena durabilidad y un tiempo de endurecimiento óptimo para la construcción. El cemento Portland tipo I sigue las exigencias de la NTP 334.009 y ASTM C150 [49]. La Fig. 3, presenta las diferentes resistencias de los cementos del Perú.

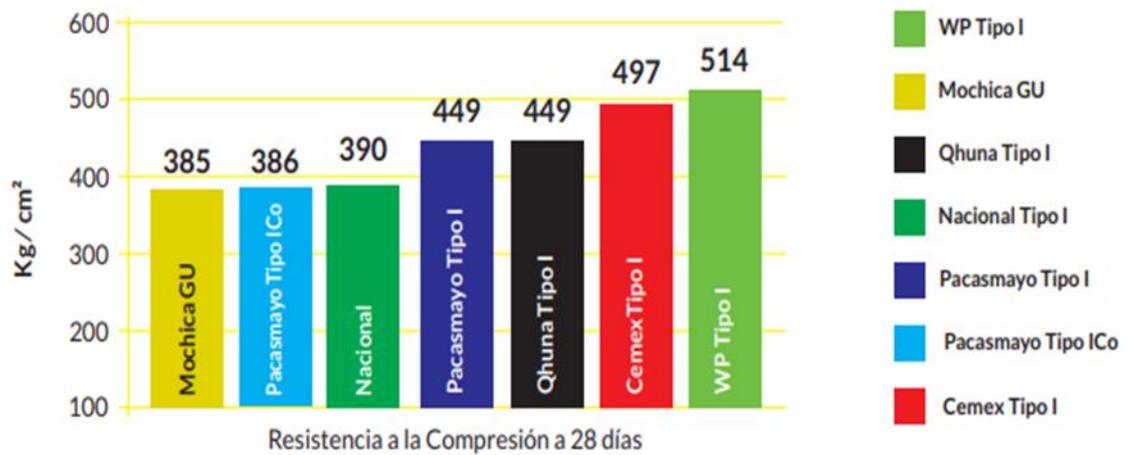


Fig. 3. Comparativos de resistencia de cementos de la Zona Norte – Perú. [50].

Tipos de cementos

La NTP 334.009, recomienda que los 5 tipos de cementos portland normales clasificados como patrón y cuya producción está regulada por necesidades y son los siguientes:

Tipo I: su uso es de forma frecuente y no se pide de características especiales.

Tipo II: se usa en aquella construcción donde el concreto está expuesto a ambientes agresivos masivos (ataque moderado de los cloruros y sulfatos). Tiene calor de hidratación moderado.

Tipo III: Se usa en estructuras que requieren alcanzar resistencias altas en menos tiempo o su uso sea en climas fríos y tiene un alto calor de hidratación.

Tipo IV: Es tipo de cemento es recomendado para concretos masivos. Tiene baja calor de hidratación.

Tipo V: se usa para tener un buen desempeño en estructuras que estarán expuestas a sulfatos severos

La norma NTP 334.009 (2020), toma los siguientes cementos hidráulicos compuestos para construcciones de concreto en general:

Tipo IS: Cementos Pórtland con adición de escorias de alto horno.

Tipo IP: Cementos Pórtland adiciones puzolánicas.

Tipo I (PM): Cemento Pórtland con adición de puzolanas modificadas.

Tipo IL: Cemento Pórtland con adiciones de caliza.

Tipo IT: Cemento con adición ternaria.

Tipo ICo: Cemento Pórtland compuestos.

La norma NTP 334.082, está basada en los propiedades de cemento hidráulico referentes al desempeño del concreto, y los cementos que conforma son las siguientes:

Tipo GU: Cemento hidráulico para construcciones generales. Usar cuando uno o más de los tipos especiales no son requeridos.

Tipo HE: Cementos con altas resistencias iniciales.

Tipo MS: Cementos con moderadas resistencias a los sulfatos .

Tipo HS: Cementos con altas resistencias a los sulfatos.

Tipo MH: Cemento con moderado calor de hidratación

Tipo LH: Bajo calor de hidratación del cemento.

Composición química del cemento

Debido a la combinación de calcio, sílice, aluminio y hierro en el transcurso del proceso de sinterización en el horno. El clinker produce cuatro nuevos compuestos minerales principales:

- Silicato tricálcico 3CaO SiO_2 (C3S)
- Silicato dicálcico 2CaO SiO_2 (C2S)
- Aluminatos tricálcicos $3\text{CaO Al}_2\text{O}_3$ (C3A)
- Aluminoferrito tetracálcicos $4\text{CaO Al}_2\text{O}_3 \text{Fe}_2\text{O}_3$ (C4AF)

La Tabla I, muestra la constitución química del cemento Qhuna, tipo de cemento usado en la presente investigación.

Tabla I

Composiciones químicas del cemento Qhuna

Cemento Qhuna	
Silicatos Tricálcicos	69.00%
Silicatos Dicálcicos	3.02%
Aluminatos Tricálcicos	7.93%
Ferros Aluminatos Tetracálcicos	7.67%
Dióxidos de silicios SiO₂	19.20%
Óxidos de Aluminios Al₂O₃	4.60%
Trióxidos de Hierros Fe₂O₃	2.52%
Óxidos de Calcios CaO	63.00%
Óxidos de Magnesios MgO	1.23%
Trióxidos de Azufres SO₃	2.12%
Óxidos Mangánicos Mn₂O₃	1.56%
Dióxidos de Titanios TiO₂	0.51%
Pentaoxidos de Difosforos P₂O₅	0.92%
Na₂O + K₂O	0.62%
Pérdidas por Calcinaciones	1.23%

Nota: Los componentes observados pasan por un proceso para lograr obtener el Clinker. [49]

Características físicas del cemento

La Tabla II, detalla las características físicas del cemento tipo I – Qhuna y la comparación con los requisitos los establecidos en la NTP 334.009 y ASTM C 150

Tabla II

Características Técnicas del Cemento Qhuna

Propiedades físicas	Cemento Qhuna	Requisitos de norma
	Tipo 1	334.009-ASTM C 150
Superficie Específica (cm²/gr)	3620	Mínimo 2800
Retenido 45µm (%)	8.4	No Especifica
Contenido de Aire (%)	6.0	Max.12.0
Densidad (g/ml)	3.14	No Especifica
Pérdida Por Ignición (%)	2.47	Max. 3.5
Resistencia a la compresión		
1 día MPa (kg/cm²)	10.0 (102)	No especificado
3 días MPa (kg/cm²)	20.2 (206)	12.0 (122)
7 días MPa (kg/cm²)	27.9 (285)	19.0 (194)
28 días MPa (kg/cm²)	47.7 (487)	28.0 (286)
Tiempo de fraguado		
Tiempos de fraguados iniciales (Min)	122´	Mínimo 45´
Tiempos de fraguados finales (Min)	245´	Máximo 375´

Nota: Cada propiedad física del cemento Qhuna, esta verificada con la normativa. [51].

Agregados

El agregado es un material de forma granular que puede ser natural o artificial, conocidos como áridos que combinados con el cemento y agua forman una pasta conocida como concreto o mortero. El agregado es la parte más grande de la masa del concreto representando el 70% y el 85% de su peso, por ellos es muy importante sus características para las mezclas, se debe usar agregados que mejoran las propiedades del concreto, así como: la trabajabilidad, la adherencia con la pasta y la resistencia mecánica [52].

Goicochea [53] menciona que la diversidad de material granular que se reúne en la concreta forja a definir por completo al agregado. Según el autor se tiene tres clases de agregados por su origen, tamaño y gravedad específica.

Por su origen

a. agregados naturales: formadas por métodos pétreos ígneos, sedimentarios y metamórficos.

b. agregados artificiales derivados de una transformación de los agregados naturales, conocidos como productos secundarios, constituidos por Escoria siderúrgica, concreto reciclado, piedra chancada, entre otras.

Por su tamaño

Agregado Fino: Procedente de las descomposiciones naturales o artificiales de la piedra y que logra pasar por un tamiz de 3/8" (9.5mm) y retenido en la malla # 200, limitado a la NTP 400.037. El más conocido es la arena (ver Tabla III).

Tabla III

Requerimientos de Granulometrías para Agregados Finos

Tamiz	Porcentajes que pasan
3/8"	100
N°4	95-100
N°8	80-100
N°16	50-85
N°30	25-60
N°50	10-30
N°100	2-10

Nota: Los requerimientos granulométricos están determinados por la NTP. [54].

Agregado grueso: Los agregados deben ser retenidos en N° 4 (4.75 mm) debe ser obtenido de descomposición de las rocas y deben limitarse a lo referente en la NTP 400.037 ó ASTM C33. Los agregados gruesos suelen clasificarse en gravas y piedras trituradas o chancadas. La granulación elegida debe conseguir la máxima densidad del concreto con apropiada trabajabilidad y consistencia, dependiendo de las circunstancias de instalación de las mezclas. La Tabla IV, muestra los límites granulométricos del agregado grueso.

Tabla IV

Requerimientos de Granulometrías para Agregados Gruesos

Tamaño Máximo Nominal	% que pasan por las mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8
2"	95-100	-	35-70	-	10-30	-	0-5	-
1 1/2"	100	95-100	-	35-70	-	10-30	0-5	-
1	-	100	95-100	-	25-60	-	0-10	0-5
3/4"	-	-	100	90-100	-	20-55	0-10	0-5
1/2"	-	-	-	100	90-100	40-70	0-15	0-5
3/8"	-	-	-	-	100	85-100	10-30	0-10

Nota: Los requerimientos granulométricos del agregado grueso. [55].

En la producción de los concretos de cemento Portland, es deseable utilizar partículas de árido redondas y lisas para facilitar el trabajo con concreto fresco durante el proceso de mezclado. Sin embargo, para el hormigón asfáltico y las cimentaciones, se recomiendan más los granos angulares y rugosos para aumentar la estabilidad del material una vez colocado y reducir la aparición de baches [56]. Es importante considerar la forma de las partículas del agregado (Ver Fig. 4).

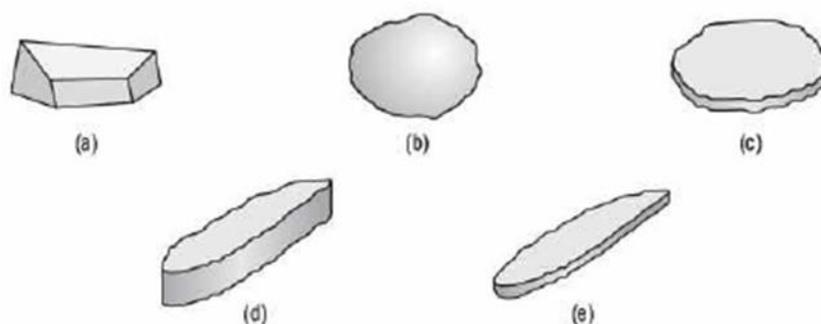


Fig. 4. Formas de las partículas: (a) angular, (b) redondeada, (c) laminar, (d) larga y (e) laminar y larga. [56].

Agua

La NTP 339.088 establece que las aguas utilizadas en las mezclas de los concretos

son preferentemente potables y no existen normas uniformes para los límites aceptables de sales y sustancias en el agua utilizada.

Aditivos

Son ingredientes que se adicionan a las mezclas antes o durante su elaboración, con el objetivo de transformar las características del concreto o mortero, ya sea en estado fresco, durante el fraguado o estado endurecido para que sea adecuada y cumpla con los requisitos de cada una de las estructuras donde será utilizada [57].

Composición aproximada del concreto

La Tabla V, muestra en términos generales, cómo participa cada componente en el volumen del concreto, con aire atrapado naturalmente, e incluido intencionalmente.

Tabla V

Porcentaje Aproximado de los Constituyentes del Concreto en Volumen

Con aire atrapado naturalmente (%)	Componentes	Con aire incluido intencionalmente (%)
0.5 a 3	Aire	4 a 8
7 a 15	Pasta de cemento	7 a 15
16 a 21	Agua	14 a 18
25 a 30	Agregados	25 a 30
25 a 50	Agregado grueso	30 a 50

Nota: se puede observar la participación de cada componente en el concreto. [58].

Dosificación

La dosificación se forma mezclando las proporciones de los componentes básicos y auxiliares de los concretos. Las propiedades del concreto endurecido está sujeta a la dosificación inicial de componentes básicos y auxiliares, el método de mezcla y el producto endurecido. Se puede decir que los áridos más finos se intercalan entre los áridos más gruesos [45].

Según Mastropietro [45] de acuerdo a la dosificación indicada se debe asegurar una buena aptitud del concreto para ser puesta en obra (trabajabilidad) y capacidad de soportar cargas (resistencia). Una relación a/c baja que mantiene una buena trabajabilidad en el

concreto premezclado proporciona una mejor durabilidad y un concreto de mayor calidad. Para una mezcla uniforme y una trabajabilidad moderada de un concreto normal (sin aditivo) se debe tener una relación a/c mínima de orden de 0.60.

Propiedades físicas del concreto

Trabajabilidad

La trabajabilidad es la propiedad que facilita el mezclado de los concretos, accediendo que el concreto sea manipulado que el concreto puede ser transportado y colocado en obra con poca pérdida de homogeneidad [55]. La trabajabilidad consiste en medir que tan aguada esta la mezcla, si esta consistencia es aceptable para emplear la mezcla en la obra [59].

Consistencia

La consistencia se encarga de medir la fluidez de las mezclas, es decir determinar si las mezclas están secas o fluidas, también conocida como el grado de humedad de las mezclas frescas [60]. En la Fig.5, podemos visualizar los distintos tipos de asentamiento con una misma relación de a/c.

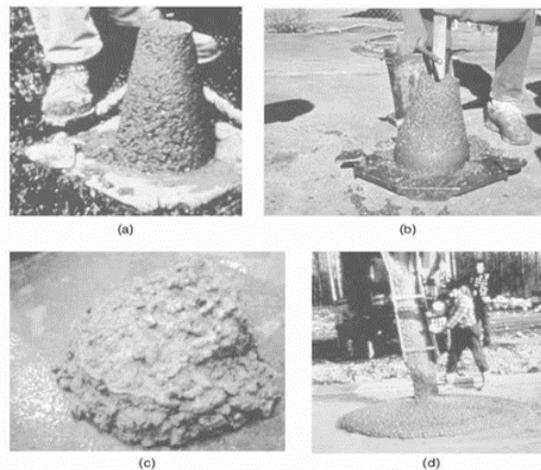


Fig. 5. Tipos de asentamientos: (a) sin reductor de agua, (b) reductor de agua convencional, (c) reductor de agua moderado y (d) reductor de moderado (superplastificante). [56].

Las consistencias de las mezclas están a cargo de los contenidos de aguas, granulometrías y propiedades físicas de los agregados, las responsables de determinar las

cantidades de agua requerida para lograr ciertas consistencias. La consistencia de las mezclas se calcula en base al asentamiento de la mezcla. El asentamiento más pequeño se llama consistencia seca y la mezcla más grande es fluida [55]. La Tabla VI, se recomienda asentamientos de concretos para emplear en los diferentes proyectos; así mismo, muestra los tipos de mezcla de acuerdo a sus asentamientos.

Tabla VI

Asentamientos Recomendados por Métodos de Construcción

Tipos de construcciones	Asentamientos cm (pulg)		
	Máximo**	mínimo	
Zapata y muro de cimentaciones con concreto armado	7.5 (3")	2.5 (1")	
Zapata normal, cajón de aire comprimido y muro de infraestructura	7.5 (3")	2.5 (1")	
Viga y muro de concreto armado	10.0 (4")	2.5 (1")	
Columna de edificio	10.0 (4")	2.5 (1")	
Pavimento y losa	7.5 (3")	2.5 (1")	
Concreto ciclópeo	7.5 (3")	2.5 (1")	
Mezclas según su Asentamiento			
Consistencias	Asentamientos	Trabajabilidades	Métodos de compactaciones
Secas	0" a 2"	Poco trabajables	Vibraciones normales
Plásticas	3" a 4"	Trabajables	Vibraciones ligeras chuseadas
Fluidas	≥ 5"	Muy trabajables	Chuseadas

Nota: La tabla nos muestra los asentamientos que debe tener el concreto en cada construcción y conocer los tipos de mezcla. [56].

Segregación

Distribución no uniforme que tiene los elementos del concreto. La distribución de manera igualitaria de pastas y áridos es importante tomarlo en cuenta en las características mecánicas y en la durabilidad de los concretos [61].

Exudación

Fragmento de agua de las mezclas que se eleva a las superficies por sedimentación de sólidos. Una vez que el concreto está en su lugar, este proceso comienza y continúa hasta que la mezcla comienza a endurecerse, logrando el máximo endurecimiento [55].

Peso unitario

Este tipo de estudio, es una verificación muy útil para la equivalencia del concreto y de esa manera poder evaluar el rendimiento entre el peso real de la obra y el peso unitario del diseño [34].

Los concretos poseen un peso específico entre 2200 y 2400 kg/m³; así mismo la densidad del concreto depende de las cantidades y densidades de los agregados, la cantidad de aire atrapado o incorporado y de las cantidades de agua y cemento [62].

Contenido de aire

El ensayo es para evaluar los vacíos internos que tiene el concreto principalmente se debe tomar en cuenta en donde las temperaturas sean bajas. El estudio contenido de aire para obtener concretos con más durabilidad, cuando están expuestos a congelación [52].

Tiempo de fraguado

El tiempo de curado se define como el tiempo que tarda la mezcla en alcanzar una dureza dada. Es importante que el ajuste no sea ni demasiado rápido ni demasiado lento. Los fraguados rápidos le dan menos tiempo para colocar el concreto antes de que se endurezca. Demasiado lento puede retrasar el alcance y el uso de las estructuras [63].

Las reacciones químicas entre los cementos y las aguas generan calor y crean nuevos enlaces con diferentes velocidades de reacción, que en la lechada endurecen y ligan el agregado del cemento y volverse fuerte y denso para ganar algo de resistencia, esta vez crucial ya que nos permite colocar y terminar el concreto [64].

Curado del concreto

El curado sirve para mantener un nivel cómodo de humedad y temperatura dentro del

concreto durante un período de tiempo. El cemento tiene propiedades de hidratación que requieren contenido de agua y temperatura adecuada. Es por ello, que el curado involucra una hidratación constante, para luego ganar resistencia del concreto. Al terminar el curado, el concreto se seca y deja de ganar resistencia. Cuando el concreto tiene un proceso de curado y se permite el secado al aire, tiende a ganar aproximadamente un 50% de la resistencia de un concreto sujeto a un curado constante. El concreto que se cura 3 días alcanza un 60% de la resistencia del concreto sujeto a curado constante; si la curada dura 7 días, alcanza un 80% de esa resistencia. Al detenerse el curado durante un cierto tiempo y luego se inicia, la resistencia que va ganando también se para y vuelve a reactivarse [56]. El curado radica en conservar el concreto en un ambiente húmedo un periodo de tiempo después del vaciado, con el fin de lograr su máxima resistencia (Ver Fig. 6).



Fig. 6. Curado del concreto

Características mecánicas del concreto

Las características mecánicas son aquellas propiedades de los materiales que muestran el tipo y conjunto de esfuerzo mecánico que sobrelleva un material, resistencia o carga (σ), se precisa como la fuerza que se produce sobre un material por unidad de área perpendicular a la fuerza aplicada [65]. La Fig. 7, detalla los ensayos mecánicos que se realizan en el laboratorio.



Fig. 7. Ensayos mecánicos al concreto endurecido: a) Concreto después del desencofrado, (b) curado de las muestras, (c y d) prueba de resistencia a la compresión, (e) prueba de resistencia a la flexión y (f) prueba de resistencia a la tracción. [66].

Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión del concreto generalmente se obtiene de un cilindro con una relación altura-diámetro igual a 2. El cilindro se cargó longitudinalmente a una velocidad de deformación lenta, alcanzando la extensión máxima en 2-3 minutos. Un cilindro estándar típico mide 12 pulgadas de alto y 6 pulgadas de diámetro y normalmente alcanza una resistencia a la compresión de 140-560 kg/cm² en 28 días. Los cilindros o cubos más pequeños también se utilizan para el control de la producción, especialmente cuando la resistencia a la compresión de estas unidades es alta. Los resultados se pueden convertir a valores de resistencia de cilindro estándar equivalentes utilizando factores de conversión apropiados obtenidos de las pruebas [67]. La máquina de ensayo probará el espécimen con una carga conectada axialmente al factor de carga indicado hasta la falla. (Ver Fig. 8). La resistencia a la compresión de la muestra se obtiene dividiendo la carga máxima soportada por la muestra durante el ensayo entre el área media de la sección transversal.

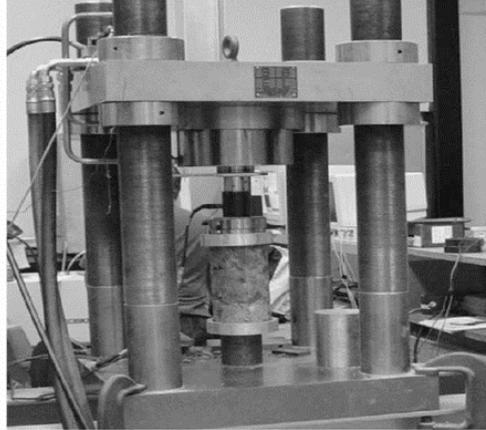


Fig. 8. Prueba - Resistencia a Compresión. [56].

La Fig. 9, presenta el efecto de la relación a/c sobre la capacidad portante del concreto y la forma de la curva tensión-deformación. Tenga en cuenta que a una vez que disminuye la relación a/c, aumentan la resistencia al avance y la rigidez axial (módulo de Young).

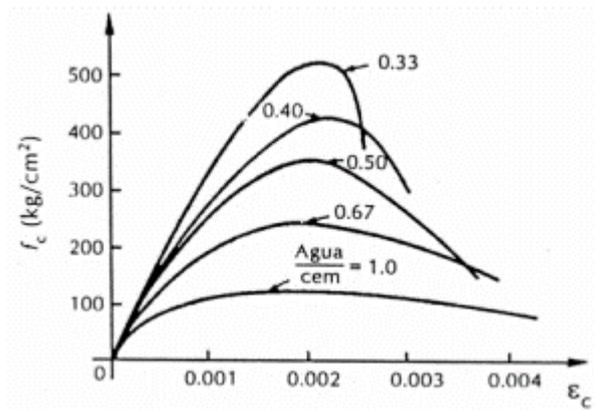


Fig. 9. Efecto de la Relación a/c sobre la Resistencia y la Forma de la Curva [68].

Resistencia a la tracción

La resistencia a la tracción del concreto está entre el 8% y el 15% de su resistencia a la compresión. La razón principal de esta poca resistencia es que el concreto está lleno de grietas de línea fina. Las grietas tienen poco efecto cuando el hormigón se somete a cargas de compresión, ya que las tensiones hacen que las grietas se cierran y transmiten la presión.

Claramente, este no es el caso de las cargas de tracción. No obstante, a menudo se ignora en los cálculos de ingeniería, la resistencia a la tracción sigue siendo una propiedad significativa que influye en el tamaño y la propagación de las grietas. Además, la resistencia a la tracción de los elementos de concreto tiene una cierta reducción en su flecha. A causa de la baja resistencia a la tracción del concreto, se han realizado pocos esfuerzos para fijar sus módulos de elasticidad a la tracción [69]. El cilindro se coloca de lado del aparato de ensayo y se emplea una carga de compresión de manera uniforme a lo largo del cilindro y se apoya en la parte inferior a lo largo de toda la longitud del cilindro (ver Fig. 10).

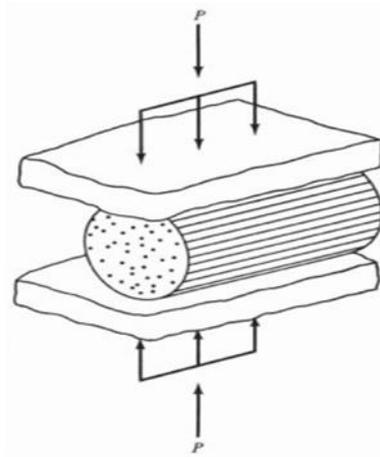


Fig. 10. Prueba - Resistencia a la Tracción. [69].

Resistencia a la flexión

Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Esta se realizó cargando una viga de concreto de 150 x 150 mm de sección transversal y luz mínima de 3 veces el espesor, con módulo de ruptura (MR) en MPa y norma ASTM C78 (cargada en 3er punto). ASTM C293 (carga central) [70].

El MR es aproximadamente del 10% al 20% de la resistencia a la compresión, dependiendo de los tipos, tamaños y volúmenes de los agregados gruesos utilizados. No obstante, los materiales exactos y la combinación óptima se determinan mediante pruebas

de laboratorio. Coloque la muestra de costado y céntrese en el accesorio de carga que se muestra en la Fig. 11.

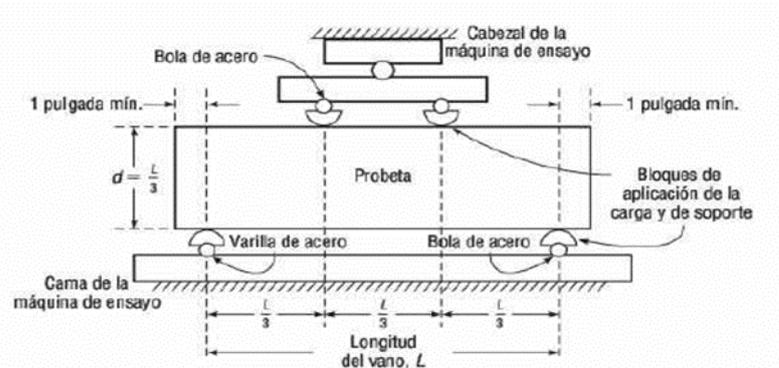


Fig. 11. Equipo de ensayo de flexión de concretos por el método de cargas por tercios. [56].

Módulo de elasticidad o de Young

Young continuó con piezas prismáticas y llegó a la conclusión de que toda variación de tensión en la pieza prismática plana, origina una deformación unitaria en la misma proporcional a ella. A este factor de proporcionalidad se le denomina módulo de elasticidad (E), y es función únicamente del material, enunciando la forma moderna como se conoce actualmente la Ley de Hooke [71].

Durabilidad

La durabilidad es la característica de los concretos de sostenerse del desperfecto causado por un entorno agresivo, referente al lugar donde se encuentre. La durabilidad del concreto depende de su permeabilidad, la cual depende de factores como la compacidad del agregado y el número de grietas que se desarrollan durante y después del curado. Cuando el concreto está pobremente compactado, el aire queda atrapado, creando discontinuidades que luego pueden ser fácilmente penetradas por factores químicos y físicos que degradan el concreto [72].

Cáscara de huevo

Los huevos tienen tres componentes básicos: cáscara, yema y clara. En promedio, la cáscara es aproximadamente el 10% de los huevos, las claras es el 57% y las yemas es 1/3 (33%) [73].

La producción de huevos de gallinas en el Perú, de diciembre del 2021 a agosto del 2022, presentó una disminución en su producción del 3% (Fig. 12).

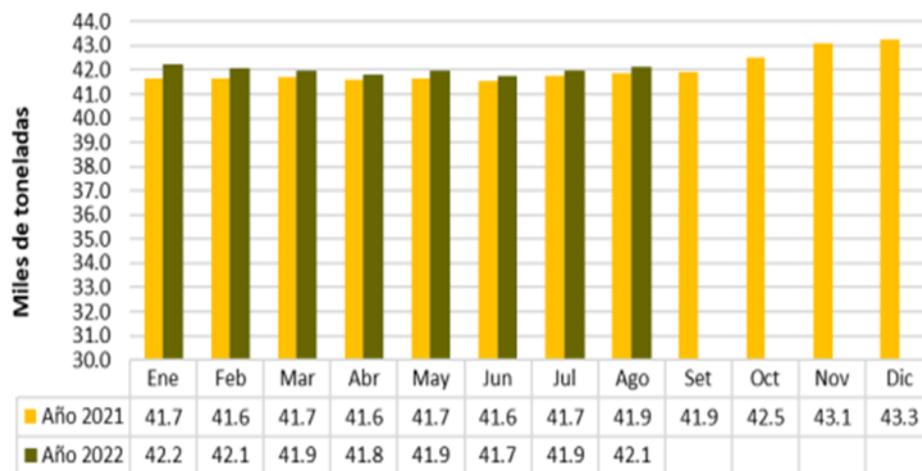


Fig. 12. Perú: Producción de huevo de gallina para consumo. Enero 2021-agosto 2022. [11].

China ha sido el mayor productor de huevos del mundo durante los últimos 30 años, y un estudio publicado en septiembre de 2018 (Producción de huevos en China – World Poultry Science Journal) encontró que el rápido desarrollo de la economía, el progreso de las cadenas de suministro y los precios más baratos fueron los principales impulsores de crecimiento. Después de China, cuatro países, la Unión Europea, Estados Unidos e India, producen casi el 60 % de los huevos del mundo, mientras que los siguientes seis mayores productores representan el 16 % del mercado [74]. Fig. 13, muestra de los principales países productores de huevos.

Table (Statista 2020)

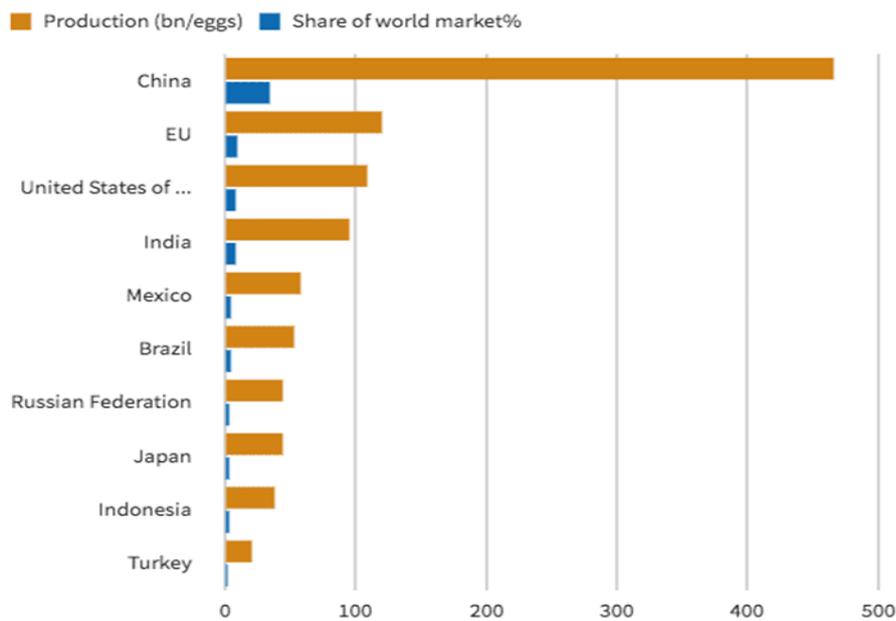


Fig. 13. Producción Mundial de Huevos en (bn/eggs). [74].

La cáscara es la parte externa del huevo, la parte que protege al huevo y le da su forma, es ovalada, lisa, muy frágil, puede ser blanca u oscura, y el color de la cáscara no se distingue por su calidad, son todos iguales. Tienen poros diminutos, lo que los hace impermeables, lo que les permite "respirar" para intercambiar dióxido de carbono y oxígeno a través de él [75].

Composición física de las cáscaras de huevos

Las cáscaras de huevos constan de una membrana orgánica, una capa mineral y una cutícula que cubre la superficie exterior de las cáscaras de los huevos. La membrana de las cáscaras de los huevos son redes de fibras de colágeno (tipo X), glicoproteína y proteína. Hay una membrana interna más delgada sobre la membrana restrictiva que rodea la clara de huevo y una membrana externa más gruesa adherida a los conos papilares (dentro de la capa mineral). La parte más gruesa de la capa mineral consiste en cristales columnares de calcita (carbonato de calcio). Finalmente, la superficie exterior de las cáscaras de los huevos se

cubre con una cutícula. Esta es una capa orgánica muy delgada (unas pocas micras de espesor) que controla la permeabilidad del caparazón y evita que las bacterias entren a través del caparazón [76]. La Fig. 14, nos muestra la estructura del huevo de gallina.

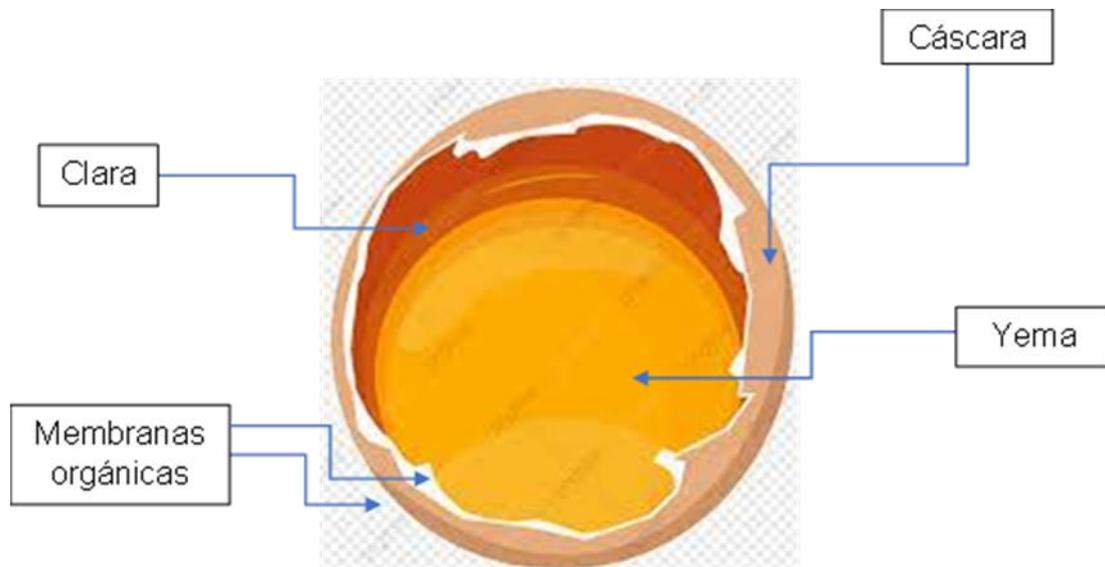


Fig. 14. Estructura del Huevo

Composición química de las cáscaras de huevos

La cáscara del huevo simboliza el 9% y 12% del peso del huevo. Está compuesta por carbonato de calcio, carbonato de magnesio y fosfato de calcio [77].

La cáscara de huevos de gallina contiene el 94% a 97% de carbonato de calcio. El 3% al 6% es materia orgánica y pigmento de cáscara. Dicha cáscara tiene de siete a 15.000 poros diminutos que permiten el paso del aire y la humedad [78].

El carbonato de calcio es la primordial composición de las cáscaras de los huevos representando el 93.70% de la constitución total de las cáscaras de los huevos, el carbonato de calcio es la principal materia en la producción de cemento. El empleo de residuos de las cáscaras de huevos en lugar de cal natural como cemento en el concreto tiene las siguientes ventajas: Minimizar el consumo de cemento, ahorrar cal natural y aprovechar residuos [79].

Las membranas testáceas son delgadas que no se pueden separar que envuelven la yema y la clara, hechas por fibras proteicas en el istmo, penetrables, y que cubren la parte interna de la cáscara. El CaCO_3 se encuentra en la membrana testácea externa, se deriva de la unión de Ca y HCO_3^- en el fluido uterino y se produce en glándulas calcificadas por hidratación de CO_2 gaseoso en presencia de anhidrasa carbónica. En cuanto a sus composiciones químicas, las cáscaras tienen un 98,4 % de materia seca, de la cual solo un 3,3 % es orgánica (colágeno). El contenido mineral consiste principalmente en CaCO_3 (98%) depositado en la forma más estable, calcita [80].

II. MATERIALES Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación

Aplicada cuando se plantea manifestar el problema para tomar decisiones de intervención práctica y se realiza con propósitos prácticos buscando resolver problemas o tomar decisiones [81]. Esta investigación está orientada a la aplicación y se basa en búsquedas existentes para explorar y aplicar soluciones IN SITU.

Enfoque de la investigación

La investigación cuantitativa sigue los principios de la visión positivista, abordando subproblemas y luego variables consistentes en dimensiones, indicadores e ítems (el todo en partes y la integración de éstas en el todo). Cómo convertir en una aplicación datos recopilados a través de herramientas para cuantificar, codificar, agregar e interpretar resultados para sacar conclusiones bajo rigor científico utilizando estadísticas descriptivas e inferenciales (Carhuancho et al, 2019). El estudio es cuantitativo con el fin de comparar numéricamente los resultados logrados en el laboratorio.

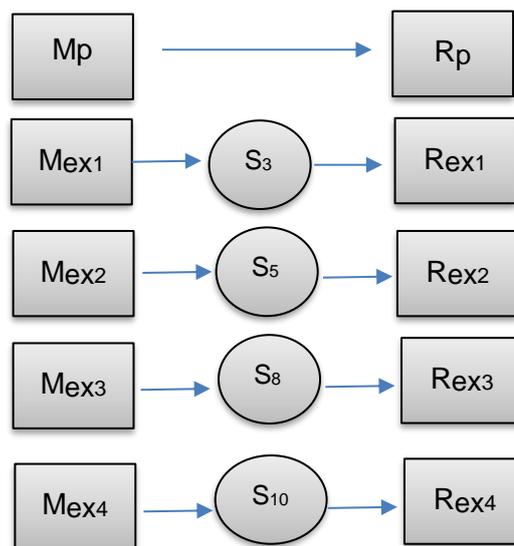
Diseño de Investigación

Los diseños experimentales manipulan y prueban el tratamiento, el estímulo, la influencia o intervención (denominadas variables independientes) para prestar atención a los cambios de las demás variables (las dependientes) en una situación de control [82]. La

investigación es de tipo experimental en virtud a la manipulación de la variable independiente al sustituir polvo de cáscaras de huevos para comprobar los cambios en el concreto.

El tipo de estudio Causi -experimental se utiliza cuando el grupo control no se puede dejar sin la intervención, en tal caso se asimila un modelo que permite hacer una analogía con el tipo de estudio experimental [83]. La investigación fue de diseño cuasiexperimental porque se manejó el cemento al sustituir proporciones de polvo de cáscaras de huevos con la intención de perfeccionar el desempeño del concreto. Los especímenes no se extrajeron al azar, sino que se trazaron de acuerdo con un diseño de mezcla.

Fue experimental adentro de la variante Causi - experimental, cómo se refleja en el posterior gráfico:



M_p: Representa al concreto patrón 210 y 280 kg/cm²

M_{ex}: Representa al concreto con polvo de cáscara de huevo.

S: Representa a los 4 tipos de porcentajes de sustitución de cemento (3%, 5%, 8% y 10%).

R_p: Representa las propiedades físicas-mecánicas medidas del concreto patrón 210 y 280 kg/cm².

R_{ex}: Representa las propiedades físicas-mecánicas medidas del concreto con polvo de cáscara de huevo 210 y 280 kg/cm²

Nivel de investigación

La finalidad del nivel explicativo es localizar la relación causa y efecto de los hechos, con el fin de estar al tanto de los acontecimientos con más detalle [84]. El nivel de estudio fue explicativo porque se expone cada procedimiento y ensayo que se realizó en la indagación.

2.2. Variables, Operacionalización

Una variable es cada propiedad del objeto estudiado en la investigación y puede tomar diferentes valores. Las variables deben estar directamente relacionadas con la hipótesis, pero también con la pregunta planteada, el marco teórico y el método propuesto [85].

Variable independiente

VI = Polvo de cáscara de huevo

Variable dependiente

VD = Propiedades físicas y mecánicas del concreto

Operacionalización

Operacionalizar simboliza asignar valor a la estructura primaria presente en él. Así, la operacionalización de las variables se realiza porque algunas propiedades del objeto no son directamente observables. Requieren atomización de dimensiones y métricas directamente cuantificables [86]. La Tabla VII, se detallan la operacionalización de las variables.

Tabla VII

Operacionalización de la variable

Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Instrumento	Valores finales	Tipo de variable	Escala de medición
Polvo de cáscara de huevo	Las cáscaras de huevos simbolizan el 9% y 12% del peso de los	El polvo de cáscaras de huevos será empleado como	Propiedades de partículas	Peso específico		Probeta de vidrio,	kg/m ³	Variable numérica	De razón
	huevos. Está compuesta por carbonato de calcio, carbonato de magnesio y fosfato de calcio	substitución del cemento en proporciones de 3,5,8 y 10 %, para la elaboración de concreto				Balanza, recipientes y Fichas			

Propiedades del concreto	Las propiedades (físicas y mecánicas) son las características o cualidades básicas del concreto.	Las características del concreto se determinan por medio de ensayos de laboratorio, donde se logran obtener resultados con sus respectivas unidades	Propiedades físicas	Temperatura	Termómetro observación y NTP	°C	De intervalo
				Contenido de aire	Molde, tapa con cámara medidor tipo B, bombilla de succión, observación y NTP	%	Variable numérica
				Slump	Cono de Abrams, varilla lisa, martillo de goma, flexómetro y NTP	pulg.	De razón
				Peso unitario	Balanza, molde, varilla lisa, martillo de goma y NTP	Kg/m ³	

Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Máquina digital de ensayo de resistencia, observación y NTP	Kg/cm ²
	Resistencia a tracción	Máquina digital, apoyos metálicos a L/3	
	Resistencia a la flexión	Máquina digital, Compresometro	
	Módulo de elasticidad		

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección

Población

Las poblaciones son aquellos conjuntos de casos que coinciden con determinadas descripciones [82].

Según Mías (2018) la población considerada es la siguiente:

1. Real, a la cual se intenta alcanzar o representar (General)
2. En la que podría aplicar los resultados) (Hipotética).
3. Patrón para comparar con otra población (Estándar).

El estudio tuvo una población de 300 probetas de concreto para el diseño de 210 y 280 kg/cm². Estas probetas serán cilíndricas y prismáticas, los elementos para evaluar la resistencia mecánica a compresión, tracción, flexión y módulo elásticos en el laboratorio. La población de la presente investigación está conformada por todos los concretos ensayados en el laboratorio.

Muestra

Las muestras son las partes de las poblaciones que se eligen, de la que se obtiene la investigación para el desarrollo del estudio y sobre la cual se verificarán la mediciones y observaciones de las variables objeto de estudio [87].

La presente investigación estará determinada por el conjunto de 300 especímenes de concreto de un $f'c$ de los diseños de 210 y 280 kg/cm², de los cuales 200 elementos serán cilíndricos (evaluación de ensayos de compresión, tracción y módulos elásticos) y 100 serán elementos prismáticos de para la evaluación de resistencia a flexión del concreto en estudio (Ver Tabla VIII y IX).

Tabla VIIIMuestras correspondientes al 210 kg/cm² para ejecutar cada estudio

Indicador	Diseño	Días de curado			N°
	f'c=210 kg/cm ²	7	14	28	Muestras
Ensayo a compresión y módulos elásticos					
Concreto Patrón	CP	3	3	4	10
	PCH-3%	3	3	4	10
Concreto con polvo de cáscaras de huevos (PCH)	PCH-5%	3	3	4	10
	PCH-8%	3	3	4	10
	PCH-10%	3	3	4	10
Ensayo a flexión					
Concreto Patrón	CP	3	3	4	10
	PCH-3%	3	3	4	10
Concreto con polvo de cáscaras de huevos (PCH)	PCH-5%	3	3	4	10
	PCH-8%	3	3	4	10
	PCH-10%	3	3	4	10
Ensayo a tracción					
Concreto Patrón	CP	3	3	4	10
	PCH-3%	3	3	4	10
Concreto con polvo de cáscaras de huevos (PCH)	PCH-5%	3	3	4	10
	PCH-8%	3	3	4	10
	PCH-10%	3	3	4	10
Total de especímenes cilíndricos	D= 6"				50
Total de especímenes cilíndricos	D= 4"				50
Total de especímenes prismáticas					50

Tabla IXMuestras correspondientes al 280 kg/cm² para ejecutar cada estudio

Indicador	Diseño	Días de ensayo			N° Muestras
		f'c=280 kg/cm ²	7	14	
Ensayo a compresión y módulos elásticos					
Concreto Patrón	CP	3	3	4	10
	PCH-3%	3	3	4	10
Concreto con polvo de cáscaras de huevos (PCH)	PCH-5%	3	3	4	10
	PCH-8%	3	3	4	10
	PCH-10%	3	3	4	10
Ensayo a flexión					
Concreto Patrón	CP	3	3	4	10
	PCH-3%	3	3	4	10
Concreto con polvo de cáscaras de huevos (PCH)	PCH-5%	3	3	4	10
	PCH-8%	3	3	4	10
	PCH-10%	3	3	4	10
Ensayo a tracción					
Concreto Patrón	CP	3	3	4	10
	PCH-3%	3	3	4	10
Concreto con polvo de cáscaras de huevos (PCH)	PCH-5%	3	3	4	10
	PCH-8%	3	3	4	10
	PCH-10%	3	3	4	10
Total de especímenes cilíndricos	D= 6"				50
Total de especímenes cilíndricos	D= 4"				50
Total de especímenes prismáticas					50

Muestreo

Según Cea [88] el muestreo no probabilístico es el proceso de selección donde interviene la conveniencia, el juicio o determinismo humano, u otros criterios subjetivos. El método de muestreo dado en este estudio no es probabilístico, ya que se considera el número de muestras cilíndricas según el criterio del investigador.

Criterios de selección

De acuerdo con la NTP 339.183, se utilizan 3 o más muestras por edad (para obtener las resistencias a la compresión) y condición de prueba (en consecuencia, sustituto de polvo de cáscaras de huevos). En el presente estudio se elaboraron 3 muestras de concreto para 7, 14 días y 4 muestras para 28 días, para poder lograr una mejor visibilidad de la resistencia a la compresión, flexión, tracción y módulos elásticos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Las técnicas se convierten en las respuestas de "cómo hacer" permitiendo la aplicación del método en su campo de aplicación. Todas las actividades humanas están encaminadas a lograr ciertos objetivos, aunque en el caso del método científico, estas técnicas son prácticas conscientes y reflexivas diseñadas para apoyar el método. El instrumento es el soporte que tienes para que la tecnología logre su propósito [89]. La Tabla X, nos muestra algunas partes de las técnicas e instrumentos usados en la presente investigación.

Tabla X

Técnicas e Instrumentos para el Procesamiento de Datos

Técnicas	Instrumentos
Observación	Formatos de ensayos de los laboratorios
Análisis documental	Libros, artículos, normas internacional y nacional, tesis internacional, nacional y local.

. Técnicas de recolección de datos

Una vez que se han identificado la pregunta de investigación, la hipótesis, el diseño del estudio y la muestra correspondiente, el siguiente paso en el proceso de investigación es planificar el proceso de recopilación de datos y elegir las técnicas a utilizar. El más apropiado depende del problema, las características de los datos y el método a utilizar. Claramente, la recopilación de datos de la realidad es fundamental para abordar las preguntas de investigación planteadas. [90]

A. Observación directa: La técnica aplicada a las pruebas realizadas en esta investigación cumple con los patrones determinados por las normas nacionales e internacionales.

Guía De Observación: Contiene un formato de pruebas de laboratorio para obtener información técnica precisa para comparar temas de investigación y sacar conclusiones.

B. Análisis bibliográfico: Se utilizan varios ejemplos de orígenes bibliográficos, como: Normas nacionales e internacionales, libros, artículos y trabajos académicos citados en la sección de referencia del estudio.

Las diferentes pruebas sugeridas siguen las técnicas y/o procedimientos señalados en las NTP y ACI 318.

Instrumentos de recolección de datos

Los datos obtenidos en diversas pruebas de laboratorio se procesan utilizando formatos proporcionados por el laboratorio para probar materiales y extraer elementos para la observación.

- a) Formatos para los ensayos granulométricos de los áridos finos y gruesos.
- b) Formatos para los ensayos de contenidos de humedad de los áridos finos y gruesos.
- c) Formatos para los ensayos de pesos específicos de masas y absorciones del árido fino y grueso.
- d) Formatos para los ensayos de pesos unitarios sueltos y compactados del árido fino y grueso.
- e) Formatos para los diseños de mezclas de los concretos.
- f) Formatos para los ensayos de asentamientos con el cono de Abrams.
- g) Formatos para los ensayos de pesos unitarios en estados frescos de los concretos.
- h) Formatos para los ensayos de las resistencias a compresión, flexión y tracción de los especímenes de concreto.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

Recopilación de información

Durante este proceso se realiza la búsqueda y análisis de la información conseguida de fuentes confiables.

Obtención de materiales

De acuerdo a la información obtenida se realiza un promedio de las materias primas que se utilizará en la presente investigación según lo que se desea lograr, los componentes para las mezclas de los concretos son cemento, agua, árido fino, árido grueso, polvo de cáscaras de huevos.

Ensayos de agregados

El ensayo de los áridos es fundamental para un buen diseño de mezcla, puesto que, los resultados influyen en la elaboración y resultados de las muestras de los concretos. Se

desarrollaron los ensayos que están detallados en la Tabla XI.

Tabla XI

Ensayos y Normativa para los Agregados

Ensayo	Normativa	
Análisis granulométrico	NTP 400.037	ASTM C 136
Contenido de humedad	NTP 339.185	ASTM C 566
Peso unitario	NTP 400.017	ASTM C 29
Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino	NTP 400.022	ASTM C 128
Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso	NTP 400.021	ASTM C 127

Nota: Ensayos con sus respectivas normas para desarrollar la investigación.

Elaboración de los diseños de las mezclas

En la definición de las propiedades del material, el diseño de mezclas juega un papel muy importante. La dosificación y la relación a/c tiene un gran impacto en el resultado final.

Se tendrá en cuenta el método ACI para los diseños de las mezclas de los concretos patrones de 210 y 280 kg/cm² con la sustitución de 3, 5, 8 y 10% de polvo de cáscaras de huevos.

Ensayos de laboratorio

Se evalúa las características físicas y mecánicas del concreto mediante los ensayos de laboratorio obteniendo los resultados de cada uno de ellos para un posterior análisis. Mediante el transcurso de producción de los concretos se comenzará a ejecutar los ensayos en sus estados frescos como detalla en la Tabla XII.

Tabla XII

Ensayos y Normativa para los Concretos Frescos

Ensayos	Normativa	
Asentamiento	NTP 339.035	ASTM C 143
Aire atrapado	NTP 339.080	ASTM C 231
Temperatura	NTP 339.184	ASTM C 1064
Peso unitario	NTP 339.046	ASTM C 138

Nota: Ensayos con sus respectivas normas para desarrollar la investigación.

En la tabla XIII, se detallan los ensayos que se ejecutaran al concreto en su estado endurecido, después de los 7, 14 y 28 días de curado.

Tabla XIII

Ensayos y Normativas para el Concreto Endurecido

Ensayo	Normativa	
Resistencia a la compresión	NTP 339.034	ASTM C 39
Resistencia a la flexión	NTP 339.078	ASTM C 78
Resistencia a la tracción	NTP 339.084	ASTM C 496
Módulo de elasticidad		ASTM C 469

Nota: Ensayos con sus respectivas normas para desarrollar la investigación

Análisis y elaboración de gráficos

Los datos que se registran en laboratorio, se analizan para luego procesar la información mediante la elaboración de gráficos.

Interpretación y redacción de resultados

Los gráficos realizados anteriormente brindarán al lector una mejor comprensión siendo estos interpretados y redactados correctamente.

Diagrama de Flujo de Procesos

La fig. 15, muestra el orden en que se realizará el proyecto de investigación para luego recibir los resultados, crear gráficos e interpretar la información.

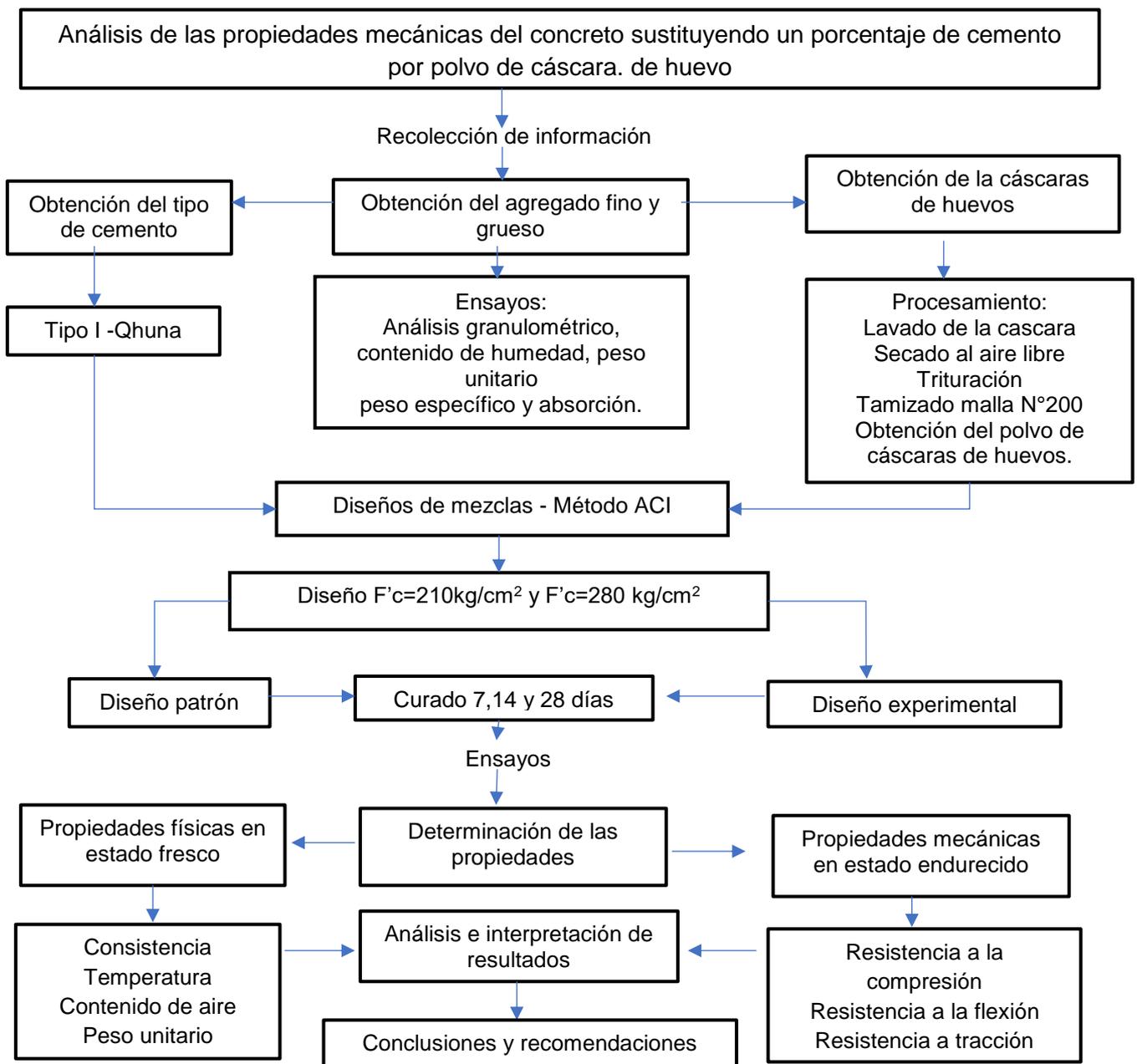


Fig. 15. Diagrama del Flujo de Procesos: Concreto Patrón y Experimental

Descripción de procesos

Estudio de canteras

Con el fin de analizar y seleccionar las canteras más adecuadas, se realizó el estudio a los agregados de las canteras: La Victoria, Tres Tomas, Pacherras y Castro I. En la Fig. 16 a la Fig.19, se muestran las visitas a las canteras mencionadas.



Fig. 16. Cantera la Victoria – Pátapo



Fig. 17. Cantera Tres Tomas -Ferreñafe



Fig. 18. Cantera Pacherras - Pucalá



Fig. 19. Cantera Castro I –Saña

Obtención de las cáscaras de huevos

Las cáscaras de huevos utilizada para este proyecto fueron recolectadas durante un período de 3 meses en diferentes lugares del departamento de Lambayeque (Zaña, Chiclayo, Olmos, Pomalca, etc.), entre ellos: restaurantes y panaderías. Las cáscaras de huevo se lavan, se secan al aire durante 10 horas y se embolsan (ver Fig. 20).



Fig. 20. Cáscara de huevos: a) Recolección, b) Lavado y c) Secado

Posteriormente se pulveriza las cáscaras de huevos con la ayuda de un molinillo manual. Una vez pulverizada las cáscaras, se pasa por el tamiz N° 200 (Ver Fig. 21).



Fig. 21. Cáscaras de huevos: a) Pulverización y b) tamizado

Obtención de los agregados finos y gruesos

Los áridos finos y gruesos manejados en este proyecto de investigación fueron tomados de dos canteras específicas en Chiclayo, que tienen una gran demanda para la industria de la construcción local, la cantera La Victoria del Pátapo (de donde provendrá la arena) y la cantera de Pacherras ubicadas en Pucalá (donde se produce la piedra triturada) y se decidió seleccionar materiales de estas canteras por sus características y alta resistencia.

Obtención del cemento

Para este proyecto de estudio se utilizó cemento Portland tipo I-Qhuna (Ver Fig. 22).

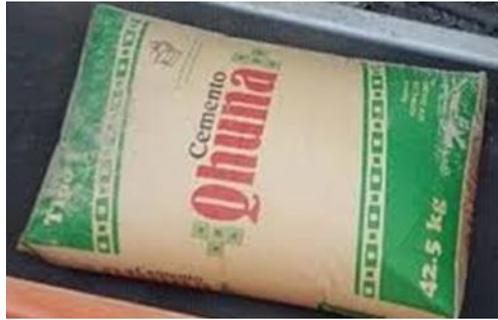


Fig. 22. Cemento Portland Tipo I –Qhuna

A. Ensayo de laboratorio de los áridos

Peso Unitario del Agregado Fino: NTP.400.017 [91]

Descripción

El peso unitario se expresa como la masa de un objeto por unidad de volumen, y este peso varía según la cantidad de agua presente en el suelo, y existen tres tipos: saturada, seca y húmeda. En las siguientes pruebas, se debe decretar el peso unitario suelto o compactado.

Materiales y Equipos:

- Recipiente cilíndrico
- Varilla acero
- Balanza
- Cucharón
- Martillo de goma

Procedimiento para el Peso Unitario Suelto Húmedo

- Se asegura la balanza en una base uniforme y se limpia el depósito.
- Se adquiere el peso del depósito metálico con volumen de 0.0146 m^3 .

- Se da inicio al ensayo, se empieza el llenado del recipiente dejando caer el agregado fino a una altura de 1" con ayuda del cucharón.
- Al llenar el recipiente, se procedió a nivelar con la varilla de acero lisa (d = 16mm y L=600mm), para obtener el peso del árido fino.
- Se procede a registrar el peso del árido fino con ayuda de la balanza electrónica con precisión de 0.1%.
- Se realizará 3 veces el mismo procedimiento para obtener un promedio y tener datos más confiables.

En cuanto a la prueba de peso unitario suelto, la Fig. 23 muestra el llenado del molde con árido fino y su respectivo peso para poder obtener los resultados.



Fig. 23. Ensayo del Peso Unitario Suelto Húmedo del Agregado Fino

Procedimiento para el Peso Unitario compactado Húmedo

- Se asegura la balanza en una base uniforme y se limpia el recipiente.
- Se obtiene el peso del recipiente metálico.
- Se da inicio al ensayo, se empieza el llenado del recipiente metálico dejando caer el agregado fino a una altura de 1" con ayuda del cucharón.

- El ensayo se realizó distribuyendo en tres capas de igual altura respecto al recipiente, cada capa fue compactada de 25 chuceadas con una varilla y luego con un martillo de goma de 12 a 15 golpes.
- Al llenar el recipiente metálico, se procedió a nivelar con la varilla, para obtener el peso del árido fino.
- Se procede a registrar el peso del árido fino con ayuda de la balanza electrónica.
- Se realizará 3 veces el mismo procedimiento para obtener un promedio y tener datos más confiables.

En cuanto a la prueba de peso unitario compactado, la Fig. 24 muestra el llenado del molde con árido fino y su respectivo peso para poder obtener los resultados.



Fig. 24. Ensayo del Peso Unitario Compactado Húmedo del Agregado Fino

Contenido de Humedad del Agregado Fino: NTP.339.185 [92]

Descripción

Este ensayo establece la humedad evaporable de unas muestras de los agregados, el procedimiento se realizará de acuerdo a la NTP.

Materiales y Equipos:

- Balanza
- Horno eléctrico

- Recipientes de aluminio
- Cucharón

Procedimiento

- Para dar inicio al ensayo, se toma un recipiente y se introduce el árido fino para pesarlo en una balanza con una precisión de 0.1%.
- Posteriormente se colocará el recipiente con el árido fino dentro del horno ($110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$) por 24h.
- Pasado el tiempo de secado en horno, se procederá retirar el recipiente del horno y se deja enfriar, para luego pesar el árido fino.
- Por último, el dato del porcentaje de humedad se obtiene dividiendo la diferencia del peso húmedo y seco sobre el peso de la arena seca.

La Fig. 25, muestra el procedimiento para la prueba del contenido de humedad del árido fino. Aquí, los materiales se pesaban primero y luego se vertían en el horno.



Fig. 25. Ensayo del Contenido de Humedad del Agregado Fino: a) Peso del material y b) Colocación del material al horno.

Análisis Granulométrico del Agregado Fino: N.T.P 400.012 [93]

Descripción

El ensayo de tamaño de partícula se usa para calcular la granulometría de los áridos y verificar la distribución óptima de partículas de los agregados que cumplen con las diferentes descripciones de la norma NTP.

Materiales y Equipos:

- Balanza con una precisión = 0.01 gr
- Tamices
- Horno eléctrico
- Brocha.
- Taras.

Procedimiento:

- Para dar inicio al ensayo, se pesa 300g la muestra y deja secar en el horno ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) por 24 horas.
- Posteriormente se comienza a zarandear la muestra por los tamices (3/8", N° 04, N° 08, N° 16, N° 30, N°50 y N° 100) ordenados de manera decreciente, tomando el recipiente de fondo y la tapa para el tamiz.
- Se procederá a colocar en las taras lo retenido en cada tamiz para inmediatamente tomar el peso de las muestras con una balanza de precisión con una 0.1%.
- Después, se generará la curva para el agregado fino y se verificará si cumple los husos granulométricos. Por último, se calcula el módulo de fineza, que se consigue de la suma de las proporciones retenidos en cada uno de los tamices.

La Fig. 26, muestra una prueba realizada para analizar el tamaño de partícula de agregados finos usando tamices y colocando el material retenido en taras.



Fig. 26. Granulometría - Agregado Fino.

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino: N.T.P. 400.022 [94]

Descripción

Peso Específico: Representa el peso por unidad de volumen.

Peso Específico Aparente: Se refiere al cuerpo que posee más densidades que los líquidos.

Peso Específico de Masa Saturada Superficialmente Seco: Es semejante al peso específico de masa, a diferencia de que su masa contiene el agua en los poros penetrables.

Absorción: Hace referencia a las cantidades de aguas que logra absorber de los agregados finos inmerso durante 24 horas en este, y es expresado como porcentaje del peso.

Materiales y Equipos:

- Balanza
- Molde tronco cónico y pisón metálico.
- Horno eléctrico
- Taras

- Brocha y bandeja de aluminio.
- Fiola de vidrio
- Pipeta y bombilla de succión de goma.
- Embudo.

Procedimiento:

- En primer lugar, se satura la muestra de arena en un depósito plástico con agua mayor al volumen del agregado fino, después se deja reposar a temperatura ambiente por 24h.
- Posteriormente, la muestra precipitada se escurre, se extendió sobre una fuente de aluminio y se secó superficialmente a temperatura ambiente. El secado es necesario para obtener muestras en estado seco superficial saturado.
- Una vez seca la muestra de arena se verificará la humedad de la superficie con un molde troncocónico y un pisón, se abordará a llenar el molde metálico, luego se apisona el material en caída libre dando 25 golpes a una altura 5 mm (muestra apta para el ensayo si se retiene un máximo de 3/4 de su volumen en relación con la capacidad del molde).
- Después se pasa por el tamiz N°04 y se pesan dos muestras de 500g de material (para promediarlos).
- Se toma el peso de la fiola, se verifica que está seca y limpia. Así mismo se tendrá que obtener el peso de la fiola de 500 cm³ y el volumen de agua.
- Se retirará parte del agua con la ayuda de una pipeta-bola de goma, luego se utilizará un embudo para llenar la muestra en el recipiente.
- Se llena la fiola con agua hasta alcanzar el nivel de calibración.

- La muestra sumergida en el agua de la fiola se agitó manualmente hasta eliminar las burbujas de aire y se dejó reposar la muestra hasta su sedimentación dentro del recipiente. Luego se retira la muestra húmeda en unas taras y se coloca en el horno (110°C ± 5°C).
- Una vez que se cumple el tiempo de la muestra en el horno, se tomará su peso en estado seco, para determinar la absorción a partir de la diferenciación de masas, tomando el dato de la muestra saturada sumergida en la fiola y la propiedad volumétrica del agregado fino.

En la Fig. 27, podemos ver que se realiza la prueba del cono, se pesa un poco de agregado, se determina el peso específico con ayuda de una fiola, se pone en unas taras y luego en el horno para calcular la absorción.



Fig. 27. Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Fino: a) Prueba del cono, b) Peso del material, c) Uso de la fiola, d) Peso del material con el agua y d) Material retirado del horno (seco).

Peso Unitario del Agregado Grueso: N.T.P. 400.017 [95]

Descripción

El peso unitario se expresa como la masa de un objeto por unidad de volumen, y este peso varía según la cantidad de agua presente en el suelo, y existen tres tipos: saturada,

seca y húmeda. En las siguientes pruebas, se debe establecer el peso unitario suelto o compactado.

Materiales y Equipos:

- Recipiente cilíndrico
- Varilla acero liso
- Balanza
- Cucharón
- Martillo de goma

Procedimiento del ensayo Peso Unitario Suelto Húmedo del Agregado Grueso

- Se asegura la balanza en una base uniforme y se limpia el depósito.
- Se toma el peso del depósito con un volumen de 0.0146 m^3 .
- Se da inicio al ensayo, se empieza el llenado del recipiente dejando caer el árido grueso a una altura de 1" con ayuda del cucharón.
- Al llenar el recipiente, se procedió a nivelar con la varilla lisa ($d = 16\text{mm}$ y $L=600\text{mm}$) de acero, para obtener el peso del árido grueso.
- Se comienza a registrar el peso del árido grueso con ayuda de la balanza electrónica de precisión de 0.1%.
- Se realizará 3 veces el mismo procedimiento para obtener un promedio y tener datos más confiables.

En la Fig. 28, se observa que el contenedor de metal se pesó después de llenarlo con árido grueso para obtener el resultado para el diseño de mezcla.



Fig. 28. Ensayo Peso Unitario Suelto Húmedo Agregado Grueso

Procedimiento del ensayo Peso Unitario Compactado Húmedo del Agregado Grueso

- Se asegura la balanza en una base uniforme y se limpia el recipiente.
- Se obtiene el peso del recipiente.
- Se da inició al ensayo, se empieza el llenado del recipiente metálico dejando caer el agregado grueso a una altura de 1" con ayuda del cucharón.
- El ensayo se realizó distribuyendo en tres capas de igual altura respecto al recipiente, cada capa fue compactada de 25 chuceadas con una varilla lisa y luego con un martillo de goma se dio de 12 a 15 golpes.
- Al llenar el recipiente metálico, se procedió a nivelar con la varilla de acero, para obtener el peso del árido grueso.
- Se comienza a registrar el peso del árido grueso con asistencia de una balanza electrónica.
- Se realizará 3 veces el mismo procedimiento para obtener un promedio y tener datos más confiables.

En la Fig. 29, el peso unitario se obtiene llenando el molde y compactando ayudándose con una de las varillas metálicas y luego pesarlo en una balanza.



Fig. 29. Ensayo Peso Unitario Compactado Húmedo Agregado Grueso

Contenido de Humedad del Agregado Grueso: N.T.P. 339.185.

Descripción

Son aquellas cantidades de aguas superficiales conservadas en un momento manifiesto por las partículas de árido.

Materiales y Equipos:

- Balanza
- Horno eléctrico
- Recipientes de aluminio

Procedimiento:

- Se toma un recipiente y se introduce el agregado grueso para pesarlo en una balanza con una precisión del 0.1%.
- Posteriormente se colocará el recipiente con el agregado grueso dentro del horno ($110 \pm 5 \text{ } ^\circ\text{C}$) por 24 h.

- Pasado el tiempo de secado en horno, se procederá a retirar el recipiente del horno y se dejará enfriar, para luego pesar la muestra seca.
- El dato de porcentaje de humedad se obtendrá de la diferencia de los pesos húmedo y seco entre el peso de la piedra secada en horno.

En la Figura 30, para determinar los contenidos de humedad de las piedras, primero se pesó el material y luego se introdujo en el horno.



Fig. 30. Ensayo Contenido de Humedad del Agregado Grueso: a) Peso del material y b) Colocación del material al horno.

Análisis Granulometría del Agregado Grueso: N.T.P. 400.012 [93]

Descripción

Las granulometrías son unas representaciones numéricas de las distribuciones de volumen de partículas por tamaños.

Materiales y Equipos:

- Balanza.
- Tamices
- Horno eléctrico
- Taras

Procedimiento:

- Luego se adquiere una muestra de árido grueso y se dejar secar en el horno ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) por 24 horas.
- Se tomó 5.0 kg de agregado grueso.
- Posteriormente se tuvo pasará al árido grueso por los tamices 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N° 04, ordenados de manera decreciente, tomando el recipiente de fondo y la tapa para el tamiz.
- Luego se comienza a colocar en las taras las piedras retenidas en cada tamiz tomando su peso respectivo para el registro de datos.
- Se formó la curva para el árido grueso y se identificará si cumple los husos granulométricos, posteriormente se determina el Tamaño máximo nominal del árido y el tamaño máximo.

La Fig. 31, muestra una prueba realizada para analizar la dimensión de partícula del árido grueso usando tamices y colocando el material retenido en cada tara.



Fig. 31. Granulometría - Agregado Grueso

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso: N.T.P. 400.021 [96]

Descripción:

Es el cociente del peso de una partícula dividido por su volumen sin tener en cuenta los vacíos entre las partículas.

Materiales y Equipos:

- Balanza
- Canastilla de alambre.
- Reciente de plástico
- Horno eléctrico
- Recipientes de aluminio
- Franela.
- Tamiz N° 04.

Procedimiento:

- Se satura la muestra de arena en un depósito de plástico con agua mayor al volumen del árido fino, después se deja reposar a temperatura ambiente 24 h.
- El árido grueso seleccionado fue retenido en el tamiz N°4, así mismo se procedió a lavarlas.
- Se extendió la piedra chancada sobre un recipiente y seco con ayuda de una franela, de tal manera que el material esté en estado superficialmente seco
- Se verificó que la balanza digital esté nivelada y para acoplar el gancho de suspensión para el ensayo.
- Se repartió la piedra seleccionada en 2 muestras de igual masa, para realizar un promedio y obtener datos confiables.

- Se pesó la canastilla de alambre suspendida dentro de la poza de agua, dato conocido como el peso sumergido del recipiente.
- Se situó la piedra chancada dentro de la canastilla, se tomó la masa del de la canastilla y la piedra chancada saturada dentro del agua.
- Se retiró la piedra chancada del recipiente con agua y se puso en una vasija de aluminio, finalmente la muestra se dejó en el horno (110°C ± 5°C).
- Al cumplirse el tiempo de reposo en el horno, se extrae la muestra y se toma la masa en estado seco, para obtener la absorción a partir de la variación de masas con el dato de muestra saturada sumergida en la canastilla, además, de la propiedad volumétrica del agregado.

En la Fig. 32, se coloca una canasta con agregado en un recipiente con agua. Luego se pesó y se colocó en el horno para poder calcular el peso específico y la absorción de las piedras.



Fig. 32. Ensayo Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

B. Ensayo de laboratorio del cemento Portland

Peso Específico del Cemento: NTP 334.005 [97]

Descripción: El ensayo se realiza por el Método de la Botella de le Chatelier.

El peso específico relativo del cemento se determina formando la relación entre la masa de cemento (gr) y el volumen de líquido (ml) que esta masa desplaza en el frasco de Le Chatelier.

Materiales y Equipos:

- Frasco de Le Chatelier
- Termómetro digital
- Balanza,
- Espátula
- Embudo
- Hielo y Keresone.

Procedimiento:

- Se colocó parte del kerosene en el frasco de vidrio hasta el nivel de calibración en la línea entre 0 y 1 ml, luego se secó el tubo.
- Se sumergió la botella de Le Chatelier en un recipiente de agua a temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, para lograr dicha temperatura se usó cubos de hielo.
- Se peso 65 g de material cementicio en una balanza de precisión = 0.01 gr.
- Se colocó el cemento en el frasco con la asistencia de un embudo y una espátula.
- Se colocó la tapa de la botella de Le Chatelier y se empezó a agitar ligeramente, para poder excluir el aire contenido en el cemento.

- Se sumerge la botella en agua a temperatura constante y se evalúa el aumento del nivel de kerosene, luego se mide la escala directamente donde la botella se encuentra con la línea de altura del kerosene, que se dividirá por la masa de cemento inicialmente pesada.

La Fig. 33, muestra el procedimiento para determinar el peso específico del cemento. Se pesó una porción del cemento, se colocó en una botella de Le Chatelier, se agregó kerosene y se verificó la temperatura ambiente.



Fig. 33. Ensayo Peso Específico del Cemento: a) Peso del cemento y b) sumersión de la botella en agua a temperatura constante.

C. Ensayo de laboratorio del polvo de cáscaras de huevos

Peso Específico del Polvo de cáscaras de huevos NTP 334.005 [97]

El ensayo se realiza por el Método de la Botella de le Chatelier.

Materiales y Equipos:

- Botella de Le Chatelier
- Termómetro digital
- Balanza
- Espátula
- Embudo
- Hielo y Keresene

Procedimiento:

- Se colocó parte del kerosene en el frasco de vidrio hasta el nivel de calibración en la línea entre 0 y 1 ml, luego se secó el tubo.
- Se sumergió la botella de Le Chatelier en un recipiente de agua a temperatura de $20^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$, para lograr dicha temperatura se usó cubos de hielo.
- Se pesó 65 g de material de PCH en una balanza de precisión 0.01gr.
- Se colocó el cemento en el frasco con la asistencia de un embudo y una espátula.
- Se colocó la tapa de la botella de Le Chatelier y se empezó a agitar ligeramente, para poder excluir el aire contenido del PCH.
- Se sumerge la botella en agua a temperatura constante y se evalúa el aumento del nivel de kerosene, luego se mide la escala directamente donde la botella se encuentra con la línea de altura del kerosene, que se dividirá por la masa de PCH inicialmente pesada.

La Fig. 34, muestra el medio para determinar el peso específico del PCH. Se pesó una porción del cemento, se colocó en una botella de Le Chatelier, se agregó kerosene y se verificó la temperatura ambiente.

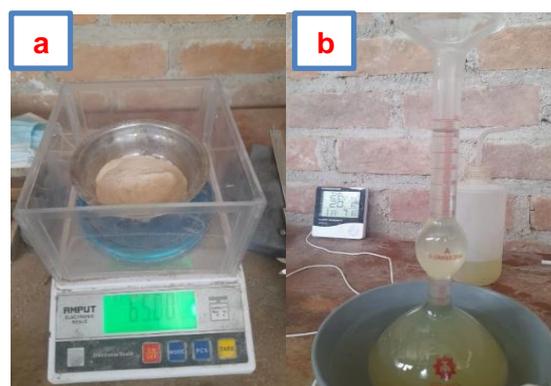


Fig. 34. Ensayo Peso Específico del PCH: a) Peso del PCH y b) Sumersión de la botella al agua a una temperatura constante.

D. Ensayo al concreto en estado fresco.

Peso Unitario del concreto: N.T.P.339.046 [98]

Materiales y Equipos:

- Balanza
- Varilla de acero.
- Martillo de goma
- Olla de Washington
- Placa de alisado.
- Cuchara metálica.
- Trompo mezclador.

Procedimiento:

- En primer lugar, se humedece el recipiente y la varilla.
- Se pesó la Olla de Washington y se calculó su volumen.
- Se tomó una muestra de concreto premezclado del trompo y se llenó el recipiente con una cuchara.
- Su llenado se realizó en tres capas y se compacta con una de las varillas de acero con un total de 25 golpes de chuceadas y con el martillo de goma se golpeó la parte externa del recipiente con un rango de 12 a 15 golpes, luego se enrasa la olla retirando el concreto sobrante tratando de que se vea lo más plana posible. Los bordes lisos del recipiente se limpiaron antes de pesar la muestra.
- Se adquiere el peso unitario, realizando la diferencia de los pesos totales menos los pesos de los recipientes entre el volumen de los recipientes.

La Fig. 35, muestra el peso del material fresco para luego poder efectuar los cálculos para establecer el peso unitario del concreto.



Fig. 35. Ensayo para Determinar la Densidad: Registro del Peso Unitario.

Contenido de Aire: N.T.P.339.080 [99]

Materiales y Equipos:

- Balanza
- Varilla de acero
- Martillo de goma
- Olla de Washington.
- Placa de alisado.
- Bombilla de succión de goma.

Procedimiento:

- Realizado la colocación y peso de la muestra en la Olla de Washington, se realiza la limpieza de los bordes superiores del depósito para comenzar con el ensayo.
- Se quitó el aire de la cámara de medición apretando completamente la llave hasta que la aguja del indicador no lea.
- Se cerró la tapa de prueba, verificando que no haya obstrucciones dentro de la válvula, que consiste en la cámara horizontal del instrumento Tipo B, luego se cerró el

recipiente con la muestra de prueba y con el gancho de la tapa ajustado hacia el envase.

- Luego se abren las llaves de paso para la saturación de la muestra de concreto fresco con una bombilla de succión de goma, se verifica que el nivel de agua esté en la línea de calibración de la válvula y por último se cierran ambas válvulas.
- Se Bombeo con la ayuda del pistón hasta que la aguja del manómetro cubra al indicador amarillo de la cámara para iniciar la prueba.
- La prueba se realiza en el momento que se presiona la llave de liberación de aire, produciendo así una lectura en el manómetro de la cámara de presión.
- Para finalizar se liberó todo el aire y se abrió la llave de la válvula.

La Fig. 36, muestra el equipo que nos ayudó a calcular el aire atrapado en el concreto fresco.



Fig. 36. Ensayo para determinar el Contenido de Aire en Mezclas Frescas.

Asentamiento del Concreto: N.T.P. 339.035 [100]

Materiales y Equipos:

- Cono de Abrams
- Varilla de acero lisa
- Plancha metálica
- Cucharón metálico

➤ Flexómetro.

Procedimiento:

- En primer lugar, colocamos una base metálica.
- El cono Abrams y la varilla se humedecen.
- El cono de Abrams debe estar apoyado en ambos lados y presionado con ambos pies para evitar que el concreto se derrame.
- Se toman muestras de concreto fresco del trompo y se aborda el llenado del depósito ayudándose con la cuchara.
- Se compacta las 3 capa con la varilla de acero con un total de 25 chuceadas.
- Posteriormente se enrasa el cono de Abrams y se elimina el concreto sobrante tratando de que se quede lo más plano posible.
- Se limpian los bordes del cono de Abrams y se retira el molde.
- Finalmente, para obtener esta medida se utiliza el cono de Abrams al contrario del ensayo detallado, colocando la varilla con la para que se pueda medir el asentamiento del concreto.

En la Fig. 37, se puede observar que el ensayo se realizó utilizando el cono de Abrams para establecer los asentamientos de los concretos.



Fig. 37. Determinación del Asentamiento del concreto: a) Varillado del concreto y b) Medida del asentamiento del concreto.

Temperatura del Concreto: N.T.P. 339.184 [101]

Materiales y Equipo:

- Termómetro

Procedimiento:

- En primer lugar, se toma la temperatura del concreto antes de realizar el vaciado en los moldes correspondientes para probetas cilíndricas y prismáticas.
- Se colocó el termómetro en la mezcla de concreto, sumergiendo a una hondura de 3”.
- Se toma la temperatura un tiempo de 2 minutos de inmersión dentro de la mezcla.
- Al uniformarse la temperatura se registra la propiedad térmica dentro de los 5 minutos.

La Fig. 38, muestra un termómetro que se empleó para poder determinar la temperatura de los concretos frescos.



Fig. 38. Determinación de la Temperatura del Concreto.

E. Ensayo al concreto en estado endurecido.

Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas: NTP 339.034 [102]

Materiales y Equipo:

- Máquina compresora
- Micrómetro
- Vernier

Procedimiento:

- Las probetas se desencofran a las 24 horas, para así poder sumergirlos en agua, asegurándose de que cubran toda la sección de la muestra.
- Después de sacar las muestras del agua, use un micrómetro y un vernier para medir su respectivo tamaño, diámetro y altura. Se efectuaron 3 medidas de cada una de las dimensiones para adquirir un promedio y alcanzar medidas más puntuales.
- Luego se lleva la muestra de concreto a la máquina de compresión situando el bloque de carga inferior sobre la plataforma circular. Se debe aplicar una carga a una velocidad constante de 0 a 2 KN/s.
- Al culminar el ensayo se ratería la muestra de la máquina y se observa que tipo de falla experimento.

En la Fig. 39, se observa que se está realizando la medida del diámetro de la muestra y luego situada en la máquina de ensayo.



Fig. 39. Determinación de la Resistencia a la Compresión del Concreto: a) Medida del diámetro y b) Ensayo de la muestra.

Resistencia a la flexión del concreto en vigas: N.T.P. 339.078 [103]

Materiales y Equipo:

- Máquina compresora
- Vernier
- Wincha

Procedimiento:

- Las probetas se desencofran a las 24 horas, para así poder sumergirlos en agua, asegurándose de que cubran toda la sección de la muestra.
- Las líneas de referencia comienzan en el medio del prisma, 7,5 cm y 22,5 cm de cada lado, y estas trazas se utilizarán para evaluar si la falla de la viga ocurre dentro del tercio medio de la luz. Se efectuaron 3 medidas de cada una de las dimensiones para adquirir un promedio y alcanzar medidas más puntuales.
- Luego se colocó la muestra de concreto en el compresor, sobre una estructura de soporte rígida, teniendo en cuenta la parte lisa de la muestra para el ensayo. Se debe aplicar una carga a una velocidad constante de 0 a 2 KN/S.
- Al culminar el ensayo se ratería la muestra de la máquina y se observa que tipo de falla experimento.

En la Fig. 40, se puede observar que se está realizando la medición de la longitud de la viga y el ensayo de la muestra.

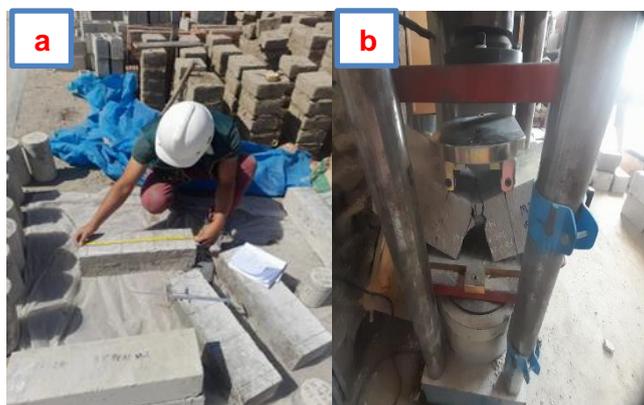


Fig. 40. Determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto: a) Medida de su longitud y b) Ensayo de la muestra de concreto.

Resistencia a la tracción en muestras cilíndricas: N.T.P. 339.084 [104]

Materiales y Equipo:

- Máquina compresora
- Micrómetro
- Vernier

Procedimiento:

- En primer lugar, se retiran los especímenes de donde se realizó su curación, luego se mide el diámetro y la altura de cada espécimen, se realizan 3 mediciones de diámetros y alturas para obtener los promedios de las mediciones.
- Segundo, coloque el espécimen horizontalmente sobre la placa de acero en la máquina de modo que permanezca sobre una superficie lisa, nuevamente se tiene que verificar que la lectura de carga de la máquina sea cero para alcanzar resultados más exactos, y luego aplique una fuerza constante entre 0 y 2 KN /S a velocidad.
- Al culminar el ensayo se ratería la muestra de la máquina y se observa que tipo de falla experimento.

En la Fig. 4, se puede observar que se está realizando la medición de los diámetros de los especímenes y el ensayo a tracción.



Fig. 41. Ensayo de la Resistencia a la Tracción del Concreto: a) Medida del diámetro y b) Ensayo de la muestra.

Módulos de elasticidad estático del concreto en compresión: ASTM C 469 [105]

Materiales y equipos

- Máquina de ensayo
- Compresómetro

Procedimiento

- En primer lugar, se retira a las muestras del lugar de curado, para luego proceder a realizar sus respectivas medidas de cada espécimen se realizaron 3 medidas de diámetros y alturas para poder sacar sus promedios de medidas.
- Se instala compresómetro en la muestra, continuo se pone los cojines (superior e inferior), por último, se le ubica en la máquina de compresión. Se verifica que el lector de carga de la maquina este en cero, para lograr resultados más exactos, por último, se emplea la fuerza con una velocidad constante de 0 a 2KN/s.
- Cuando la muestra se haya fisurado apagar la máquina y retirar con cuidado la muestra. Finalmente se procede a calcular.

En la Fig. 42, puede ver el compresómetro colocado sobre la muestra y luego colocada en la máquina de ensayo.



Fig. 42. Ensayo Módulos de Elasticidad del Concreto: a) Colocación del compresómetro y b) Ensayo de la muestra.

2.6. Criterios éticos

Ética de la recolección de datos

Se requieren permisos apropiados para acceder a las instalaciones de laboratorio para proyectos de investigación exitosos. La información recopilada se puede utilizar para investigar más a fondo la industria, por lo que la información debe recopilarse con honestidad y los resultados deben ser lo más precisos y realistas posibles.

Ética de la publicación

Para garantizar la calidad de la publicación, es fundamental evitar la corrupción de datos, el plagio y la publicación duplicada.

Ética de la aplicación

Los resultados obtenidos de este estudio son fundamentales para obtener mejores resultados en estudios posteriores, es decir, para citar autores relevantes. Esta investigación sigue las directrices de la APA.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

A. Análisis e interpretación de los resultados de los ensayos de los agregados

Ante todo, se ejecutó un estudio de las canteras: Las 3 Tomas - Ferreñafe, Castro I - Zaña, La Victoria - Pátapo y Pacherez - Pucalá, a través de los ensayos detallados en la Tabla XI. Respecto al agregado grueso, la curva granulométrica de las canteras: Las tres 3 tomas, La Victoria y Castro no cumplieron con los límites determinados por la NTP 400.037. Con relación al agregado fino, la curva granulométrica las canteras: 3 tomas, Pacherez y Castro no efectuaron con los límites determinados por la NTP 400.037 (ver Anexo 2).

Análisis Granulométrico de los agregados

Agregado grueso

Los resultados de las pruebas ejecutadas al agregado grueso de la cantera Pacherez arrojaron una curva de tamaño de grano que se localiza entre los estándares determinados por la NTP 400.037, presentando un tamaño máximo nominal de 3/4".

La Tabla XIV, expone los resultados que se adquirió del análisis del tamaño de las partículas de la piedra triturada, donde se usaron los tamices 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4. Los datos complementarios del ensayo granulométrico del árido grueso se puede visualizar en la Tabla XV.

Tabla XIV

Análisis Granulométrico de la Agregado Grueso

Tamices		Masa	%		% Que	Rango	
(pul)	(mm)	Retenido	Retenido	% retenido	pasa	Mínimo	Máximo
			Parcial	Acumulado			
3"	75	0.0	0	0	100		
2"	50.000	0.0	0.00	0.0	100.0		
1 1/2"	38.000	0.0	0.00	0.0	100.0	10.0	100.0
1"	25.000	0.0	0.00	0.0	100.0	90.0	100.0
3/4"	19.000	1575.0	31.60	31.6	68.4	40.0	85.0
1/2"	12.700	2987.0	59.90	91.5	8.5	10.0	40.0
3/8"	9.520	375.0	7.50	99.0	1.0	0.0	15.0
Nº4	4.750	52.0	1.00	100.0	0.0	0.0	5.0
Fondo		0.0	0.00	100.0	0.0		

Tabla XV

Datos de la Granulometría del Agregado Grueso

Datos de la muestra	
Identificación:	Piedra HUSO 56
Procedencia:	Cantera Pacherres
Masa inicial (gr):	5000 gr
Masa final (gr):	4989 gr
Diferencia (%):	0.22%
Características físicas	
Tamaño máximo nominal:	3/4"
Contenido de humedad:	0.22 %

En la Fig. 43, se consigue visualizar la curva de tamaño de grano para el árido grueso usando los datos de la Tabla XIV y se estima que el único dato que esta fuera del límite admisible por la NTP 400.037 es el tamiz 1/2", pero esto no limita la elaboración de concreto siempre que se obtenga las resistencias de los diseños a los 28 días de haber sido curados.

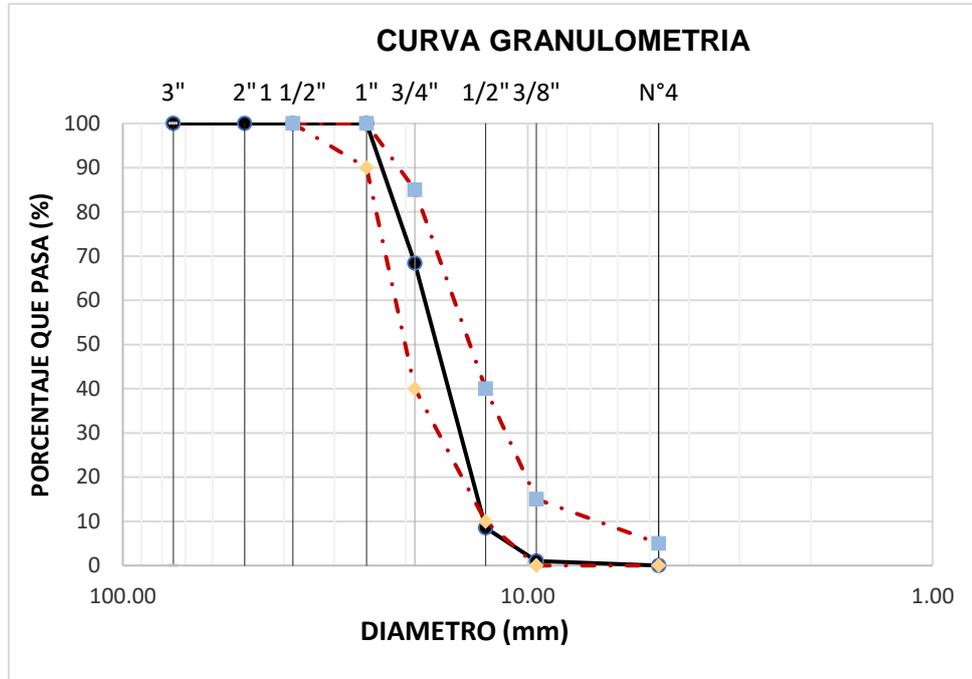


Fig. 43. Curva Granulométrica del Agregado Grueso

Agregado Fino

Los ensayos ejecutados al árido fino recuperado de la cantera La Victoria arrojaron un módulo de fineza de 3.04, que cumplen con lo estipulado en la NTP 400.037 (2.3 a 3.1).

En la Tabla XVI, se llega a visualizar las derivaciones que se adquirieron del análisis de tamaño de partícula de árido fino, donde se usaron los tamices 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100. La Tabla XVII, muestra algunos de los datos específicos del árido fino.

Tabla XVI

Análisis Granulométrico del Agregado Fino

Tamices		Masa	%	%	%	Rango	
			Acumulado	Acumulado	Acumulado		
Pulg.	(mm)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa	Mínimo	Máximo
3/8"	9.520	2.15	0.17	0.2	99.8	10	100
Nº 4	4.750	45.26	3.62	3.8	96.2	95	100
Nº 8	2.360	160.37	12.83	16.6	83.4	80	100
Nº 16	1.180	285.39	22.84	39.5	60.5	50	85
Nº 30	0.600	330.20	26.43	65.9	34.1	25	60
Nº 50	0.300	200.36	16.03	81.9	18.1	10	30
Nº 100	0.150	173.81	13.91	95.8	4.2	2	10
Fondo		52.00	4.16	100.0	0.0		

Tabla XVII

Datos de la Granulometría del Agregado Fino

Datos de la muestra	
Identificación:	Arena Gruesa
Procedencia:	Cantera la Victoria
Masa inicial (gr):	1300.00gr
Masa final (gr):	1249.54gr
Diferencia (%):	4%
Características físicas	
Contenido de humedad	1.33%
Módulo de fineza	3.04

En la Fig. 44, se puede visualizar la curva de tamaño de grano para arena gruesa y afirmar que satisface con los parámetros estipulados por la NTP 400.037.

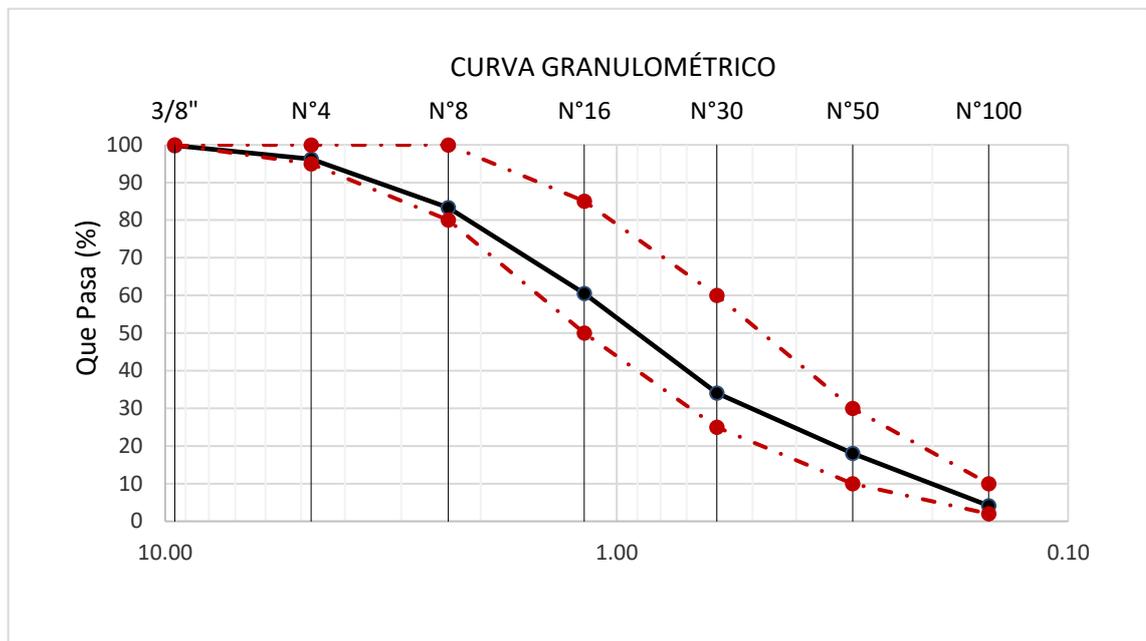


Fig. 44. Curva Granulométrica del Agregado Fino

Contenido de Humedad de los agregados

En la Tabla XVII, se pueden ver las derivaciones de los ensayos ejecutados a la piedra y arena; en consecuencia, dichos datos se utilizaron en los diseños de las mezclas.

Tabla XVIII

Contenido de Humedad del Agregado Grueso y Fino

Arena	Grava
1.33%	0.22%

Peso Unitario Suelto y Compactado de los agregados

Las Tablas XIX y XX, exponen las derivaciones obtenidas luego de haber ensayado al agregado grueso; por consiguiente, se adquirió un peso unitario suelto seco y compactado seco de 1353 kg/m³ y 1528 kg/m³ respectivamente.

Tabla XIX

Peso Unitario Suelto (P.U.S) - Agregado Grueso

Descripción	Muestra	Unidad
P.U.S húmedo	1356	kg./m ³
P.U.S seco	1353	kg./m ³

Tabla XX

Peso Unitario Compactado (P.U.C) - Agregado Grueso

Descripción	Muestra	Unidad
P.U.C húmedo	1531	kg./m ³
P.U.C seco	1528	kg./m ³

Las Tablas XXI y XXII, revelan las derivaciones logradas después de haber ensayado al agregado grueso; en consecuencia, se consiguió un peso unitario suelto seco y compactado seco de 1471 kg/m³ y 1632 kg/m³ respectivamente.

Tabla XXI

Peso Unitario Suelto (P.U.S) - Agregado Fino

Descripción	Muestra	Unidad
P.U.S húmedo	1490	kg./m ³
P.U.S seco	1471	kg./m ³

Tabla XXII

Peso Unitario Compactado (P.U.C) - Agregado Fino

Descripción	Muestra	Unidad
P.U.C húmedo	1654	kg./m ³
P.U.C seco	1632	kg./m ³

Peso Específico y Absorción del Agregado

La Tabla XXIII, revela que la tasa de absorción del agregado grueso es 1.33% con un P.E de masa de 2.668 gr/cm³.

Tabla XXIII

Peso Específico (P.E) y Absorción - Agregado Grueso

Descripción	Muestra	Unidad
P.E de masa	2.668	(gr/cm ³)
P.E de masa saturado superficialmente seco	2.703	(gr/cm ³)
P.E aparente	2.766	(gr/cm ³)
Absorción	1.33	%

La Tabla XXIV, muestra que la tasa de absorción del agregado fino es 1.14% un P.E de masa de 2.581 gr/cm³.

Tabla XXIV

Peso Específico (P.E) y Absorción - Agregado Fino

Descripción	Muestra	Unidad
P.E de masa	2.581	(gr/cm ³)
P.E de masa saturado superficialmente seco	2.610	(gr/cm ³)
P.E aparente	2.659	(gr/cm ³)
Absorción	1.14	%

B. Diseño de mezcla aplicando el ACI 211

Diseño Patrón

Las Tablas XXV y XXVI, detallan las cantidades de materiales por m³, las cantidades de pesos y volúmenes, las cantidades de sacos por m³ y los valores a/c, utilizados para concretos estándares de 210 y 280 kg/cm².

Tabla XXVDiseño de Mezcla Concreto Patrón para 210 kg/cm²

Cantidades de materiales por metros cúbicos					
Cemento	372	Kg/m ³	Tipo I-QHUNA		
Agua	265	L	Potable de la zona		
Agregado Fino	840	Kg/m ³	Arena Gruesa – La Victoria -Pátapo		
Agregado Grueso	879	Kg/m ³	Piedra Chancada- Pacherres-Pacherres		
	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporciones en peso	1.0	2.26	2.37	30.3	Lts/pie ³
Proporciones en volumen	1.0	2.31	2.63	30.3	Lts/pie ³
Factor cemento por m³ de concreto				8.7	Bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño				0.712	

Tabla XXVIDiseño de Mezcla del Concreto Patrón para 280 kg/cm²

Cantidades de materiales por metros cúbicos					
Cemento	443	Kg/m ³	Tipo I-QHUNA		
Agua	267	L	Potable de la zona		
Agregado Fino	825	Kg/m ³	Arena Gruesa – La Victoria -Pátapo		
Agregado Grueso	863	Kg/m ³	Piedra Chancada- Pacherres-Pacherres		
	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporciones en peso	1.0	1.86	1.95	25.6	Lts/pie ³
Proporciones en volumen	1.0	1.91	2.17	25.6	Lts/pie ³
Factor cemento por m³ de concreto				10.4	Bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño				0.602	

Diseño de Mezclas del concreto patrón con sustituciones del cemento por polvo de cáscaras de huevos

Las Tablas XXVII y XXVIII, presentan los resultados de los diseños de mezclas de las resistencias de 210 y 280 kg/cm², con 4 dosificaciones de 3%, 5%, 8% y 10% de polvo de cáscaras de huevos (PCH) en función al volumen total del cemento.

Tabla XXVII

Diseños de Mezclas de Concretos Sustituyendo Proporciones de PCH para 280 kg/cm²

Mezclas	Agua (L/m³)	Cemento (kg/m³)	Agregado grueso (kg/m³)	Agregado fino (kg/m³)	PCH (kg/m³)	Relación a/c
PCH-3%	267	429.72	863	825	10.865	0.602
PCH-5%	267	420.85	863	825	18.109	0.602
PCH-8%	267	407.56	863	825	28.974	0.602
PCH-10%	267	398.70	863	825	36.217	0.602

Tabla XXVIII

Diseños de Mezclas de Concretos Sustituyendo Proporciones de PCH para 210 kg/cm²

Mezclas	Agua (L/m³)	Cemento (kg/m³)	Agregado grueso (kg/m³)	Agregado fino (kg/m³)	PCH (kg/m³)	Relación a/c
PCH-3%	265	360.84	879	840	9.122	0.712
PCH-5%	265	353.40	879	840	15.204	0.712
PCH-8%	265	342.24	879	840	24.326	0.712
PCH-10%	265	334.8	879	840	30.407	0.712

C. Propiedades físicas del concreto patrón y con sustitución de polvo de cáscaras de huevos

Asentamiento

Durante el procedimiento para decretar el asentamiento del concreto, se analizó la trabajabilidad y la consistencia de los concretos. Con el incremento del % de polvo de cáscaras de huevos (PCH) se iba acrecentando el asentamiento del concreto, llegando a obtener mezclas trabajables y plásticas (Ver tablas XXIX Y XXX).

Tabla XXIX

Derivaciones del Ensayo del Asentamiento-210 kg/cm²

Muestras	% agregados	% PCH	Slump		% Incremento de la trabajabilidad	Trabajabilidad	Consistencia
			Cm	Pulg			
CP	100%	0%	9.80	3 6/7	0.0%		
PCH-3%	97%	3%	10.00	4	2.0%		
PCH-5%	95%	5%	10.05	4	2.6%	Trabajable	Plástica
PCH-8%	92%	8%	11.00	4 1/3	12.2%		
PCH-10%	90%	10%	11.80	4 2/3	20.4%		

Tabla XXX

Derivaciones del ensayo del Asentamiento-280 kg/cm²

Muestras	% agregados	% PCH	Slump		% Incremento de la trabajabilidad	Trabajabilidad	Consistencia
			Cm	pulg			
CP	100%	0%	9.3	3 2/3	0.0%		
PCH-3%	97%	3%	9.4	3 5/7	1.1%		
PCH-5%	95%	5%	9.8	3 6/7	5.4%	Trabajable	Plástica
PCH-8%	92%	8%	9.9	3 8/9	6.5%		
PCH-10%	90%	10%	10.2	4	9.7%		

En las Fig. 45 y 46, se pueden apreciar los asentamientos obtenidos para los concretos patrones de 210 y 280 kg /cm² vs los concretos experimentales sustituyendo 3%, 5%, 8% y 10% de polvo de cáscaras de huevos (PCH). Se puede observar que está acorde a los asentamientos de los diseños que es de 4 pulgadas; de igual manera, la trabajabilidad de ambos diseños aumento a medida que se acrecienta la substitución de PCH, esto puede atribuirse a la poca absorción de agua del PCH permitiendo el aumento de fluidez.

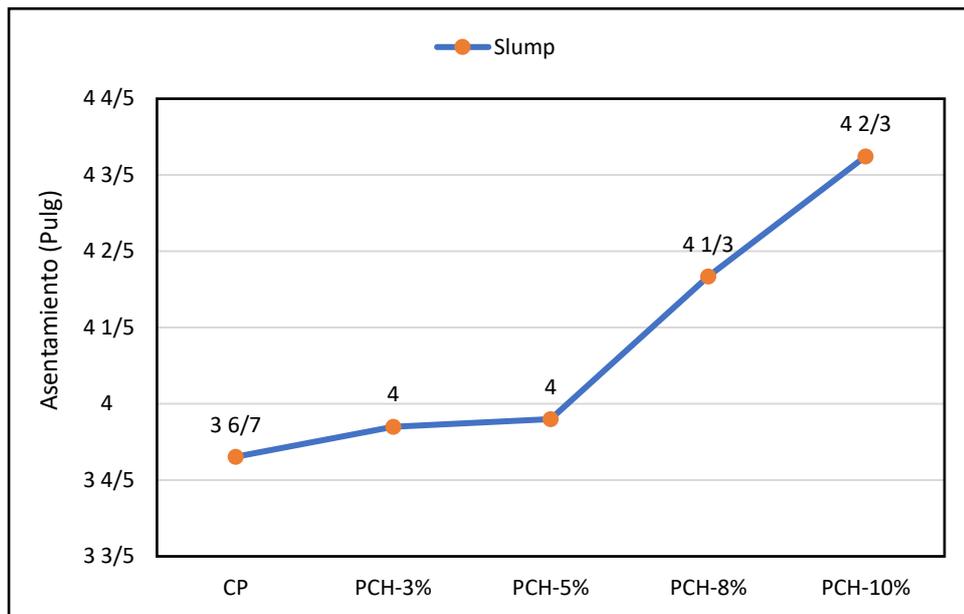


Fig. 45. Asentamiento del Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm².

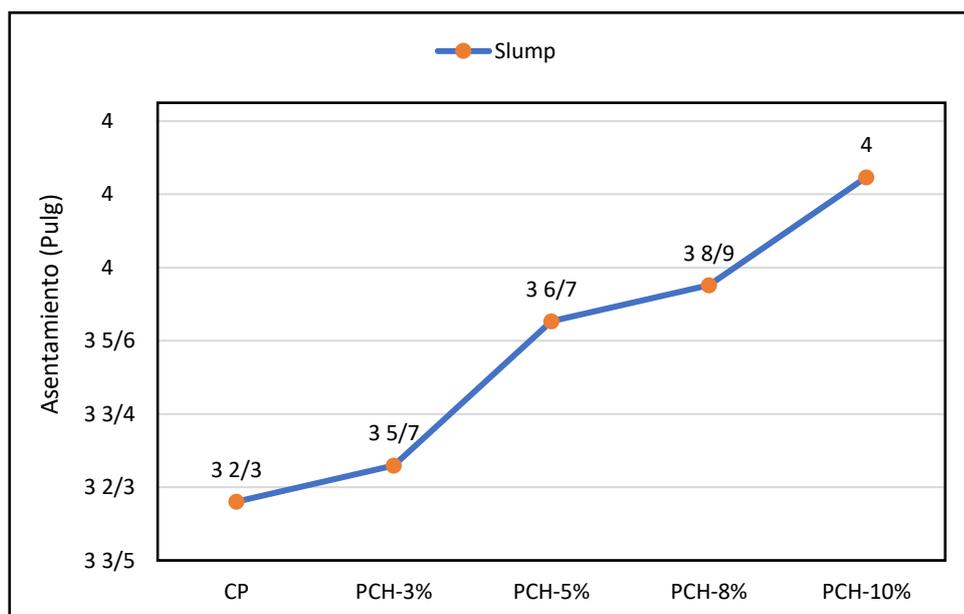


Fig. 46. Asentamiento del Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm².

Contenido de Aire atrapado

Las Fig. 47 y 48, muestran los porcentajes de aire atrapado, que se encontró en los concretos patrones y experimentales de los diseños de resistencia 210 y 280 kg/cm²; por consiguiente, se observa que la presencia de aire en los concretos experimentales es menor que en los concretos patrones. Por lo tanto, podemos decir que cuanto mayor sea la resistencia, mayor será el contenido de aire en el concreto.

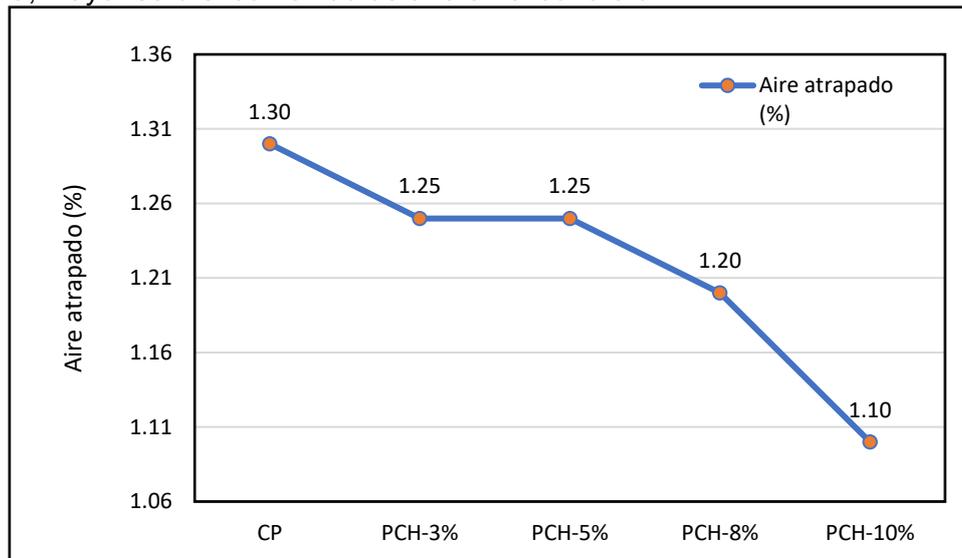


Fig. 47. Contenido de Aire Atrapado- Concreto patrón y Experimental - 210 kg/cm².

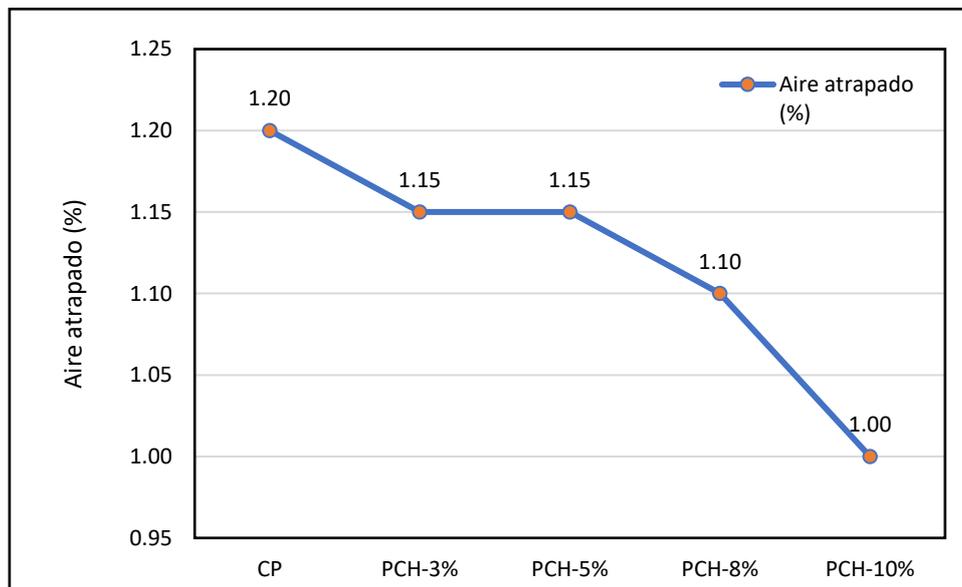


Fig. 48. Contenido de Aire Atrapado- Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm².

Temperatura

Las Fig. 49 y 50, muestran las derivaciones logradas de los ensayos de temperaturas. Se puede apreciar que los concretos exhiben una disminución de 0,5 °C con el aumento de la sustitución de PCH. Además, la temperatura del concreto estándar y concretos experimentales fluctúa entre 30 y 21°C, la cual se encuentra dentro de los parámetros especificados en el RNE, que determina que las temperaturas de los concretos no tienen que superar los 32°C.

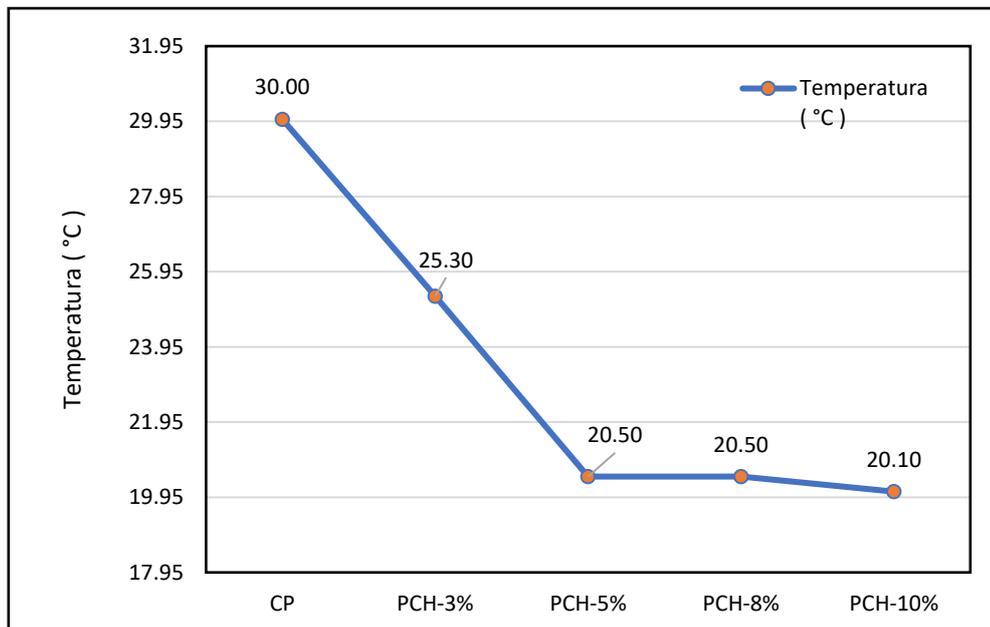


Fig. 49. Temperatura del Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm².

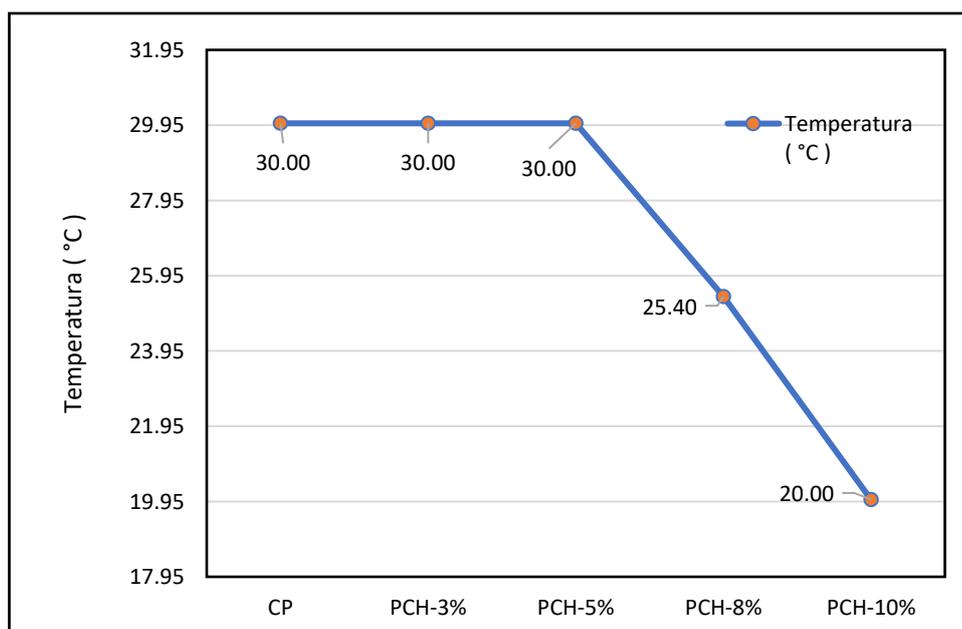


Fig. 50. Temperatura del Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm²

Peso unitario

Los cálculos que se realizaron para obtener las derivaciones de las densidades de los concretos, los podemos visualizar en las Tablas XXXI y XXXII.

Tabla XXXI

Derivaciones de la Densidad del Concreto-210 kg/cm²

Muestras	% agregados	% PCH	Masa Concreto + Masa del Recipiente (kg)	Masa Recipiente (kg)	Volumen del Recipiente (m³)	Peso unitario (kg/m³)
CP	100%	0%	12.92	0.26	0.0053	2389.43
PCH-3%	97%	3%	12.9	0.26	0.0053	2385.66
PCH-5%	95%	5%	12.81	0.26	0.0053	2368.68
PCH-8%	92%	8%	12.76	0.26	0.0053	2359.25
PCH-10%	90%	10%	12.59	0.26	0.0053	2327.17

Tabla XXXII

Derivaciones de la Densidad del Concreto-280 kg/cm²

Muestras	% agregados	% PCH	Masa Concreto + Masa del Recipiente (kg)	Masa Recipiente (kg)	Volumen del Recipiente (m³)	Peso unitario (kg/m³)
CP	100%	0%	12.94	0.26	0.0053	2393.21
PCH-3%	97%	3%	12.88	0.26	0.0053	2381.89
PCH-5%	95%	5%	12.87	0.26	0.0053	2380.00
PCH-8%	92%	8%	12.84	0.26	0.0053	2374.34
PCH-10%	90%	10%	12.77	0.26	0.0053	2361.13

En las Fig. 51 y 52, logramos visualizar que los pesos unitarios de los concretos tienden a bajar una vez que se acrecienta la proporción de reemplazo de PCH. Esto se debe a la densidad relativamente baja de PCH.

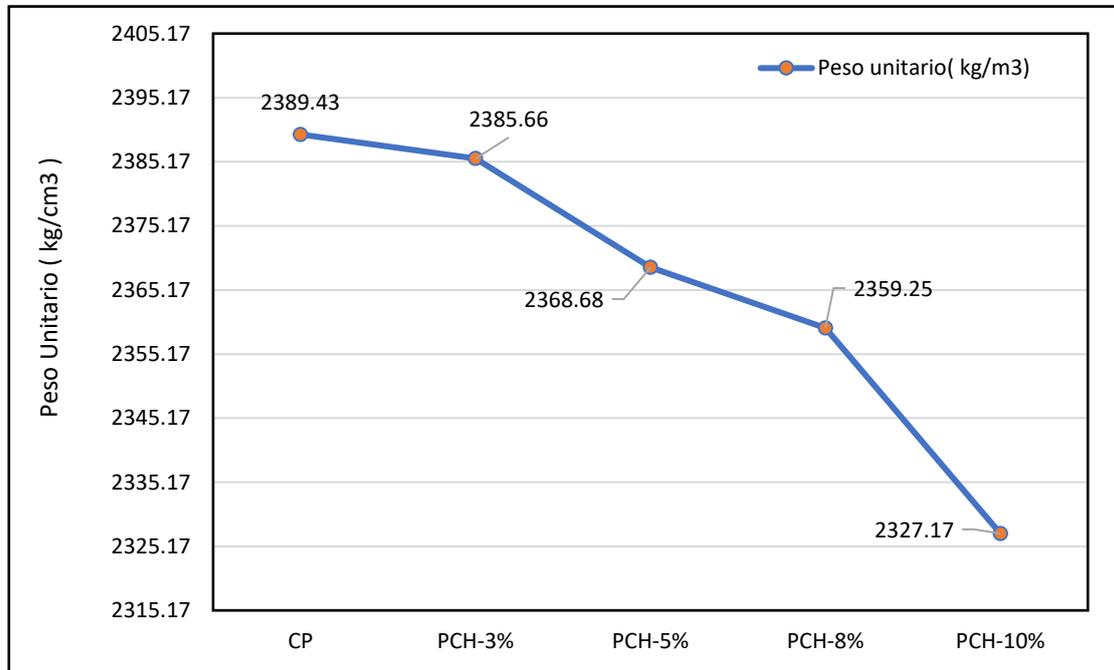


Fig. 51. Peso Unitario del Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm².

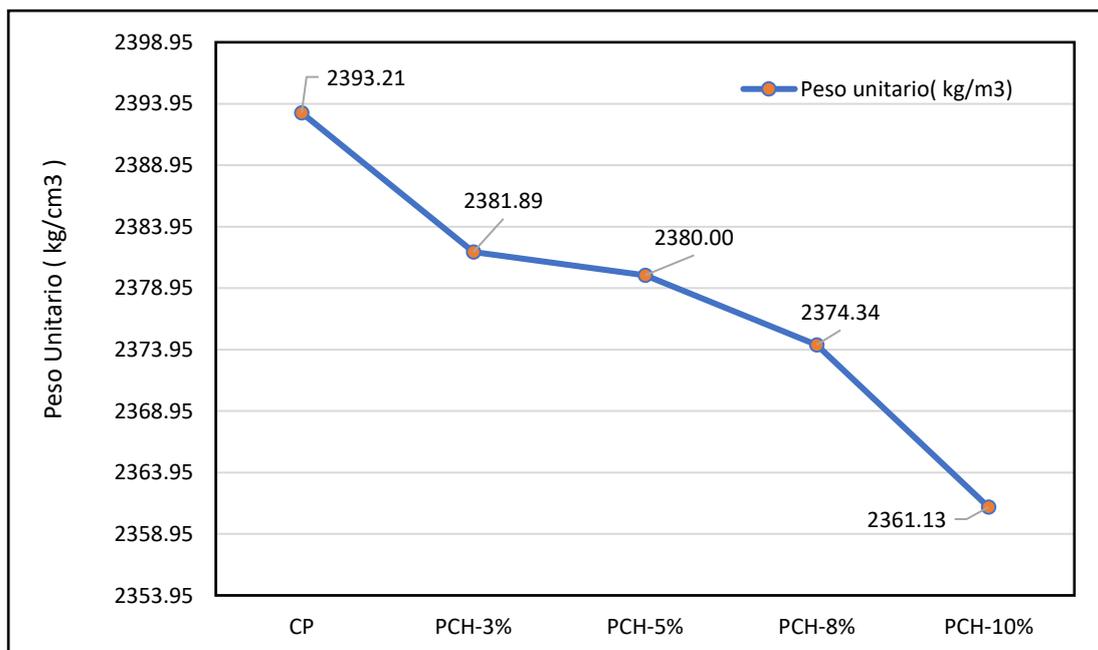


Fig. 52. Peso Unitario del Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm².

D. Propiedades mecánicas del concreto patrón y con sustitución de polvo de cáscaras de huevo

A continuación, se muestran los resultados logrados de los ensayos ejecutados al concreto patrón y los concretos con sustituciones de cemento por polvo de cáscaras de huevos (PCH). Los ensayos que se realizan son de resistencia a la compresión, tracción, flexión y módulo de elasticidad. Dichos ensayos se verificaron a las edades de 7, 14 y 28 días de curados.

Resistencia del concreto a compresión

Se realizaron los ensayos a compresión a los concretos patrones y experimentales de los diseños 210 y 280kg/cm²; en consecuencia, las derivaciones revelaron que los concretos patrones de ambos diseños sobrepasaron sus resistencias con relación a los concretos experimentales en sus tres días de curado, datos que pueden ser verificados en las Tablas XXXIII y XXXIV.

Tabla XXXIII

Derivaciones de Resistencias a la Compresión del Concreto - 210 kg/cm²

Muestras	Promedio Resistencia a la compresión			Promedio resistencia obtenida		
	(kg/cm ²)			(%)		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
CP	202.15	216.71	258.47	96.3%	103.2%	123.1%
PCH-3%	169.00	214.27	230.12	80.5%	102.0%	109.6%
PCH-5%	165.60	195.93	237.33	78.9%	93.3%	113.0%
PCH-8%	147.53	173.68	201.20	70.3%	82.7%	95.8%
PCH-10%	129.76	160.15	204.33	61.8%	76.3%	97.3%

Tabla XXXIV

Derivaciones de Resistencias a la Compresión del Concreto - 280 kg/cm²

Muestras	Promedios Resistencias a la compresión (kg/cm ²)			Promedios resistencias Obtenidas (%)		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
CP	265.48	285.02	311.50	126.4%	135.7%	148.3%
PCH-3%	223.82	266.14	277.71	106.6%	126.7%	132.2%
PCH-5%	225.31	253.15	278.63	107.3%	120.5%	132.7%
PCH-8%	226.92	242.68	279.65	108.1%	115.6%	133.2%
PCH-10%	205.82	235.33	249.26	98.0%	112.1%	118.7%

Luego de obtener las derivaciones de las resistencias a la compresión de los concretos después de un curado de 3, 7 y 28 días para el diseño de 210 kg/cm², se logra apreciar que la resistencia del concreto patrón superó a los concretos experimentales; no obstante, los concretos con 3% PCH y 5% PCH lograron superar la resistencia de diseño (210kg/cm²), afirmaciones que pueden ser corroboradas observando las Fig. 53.

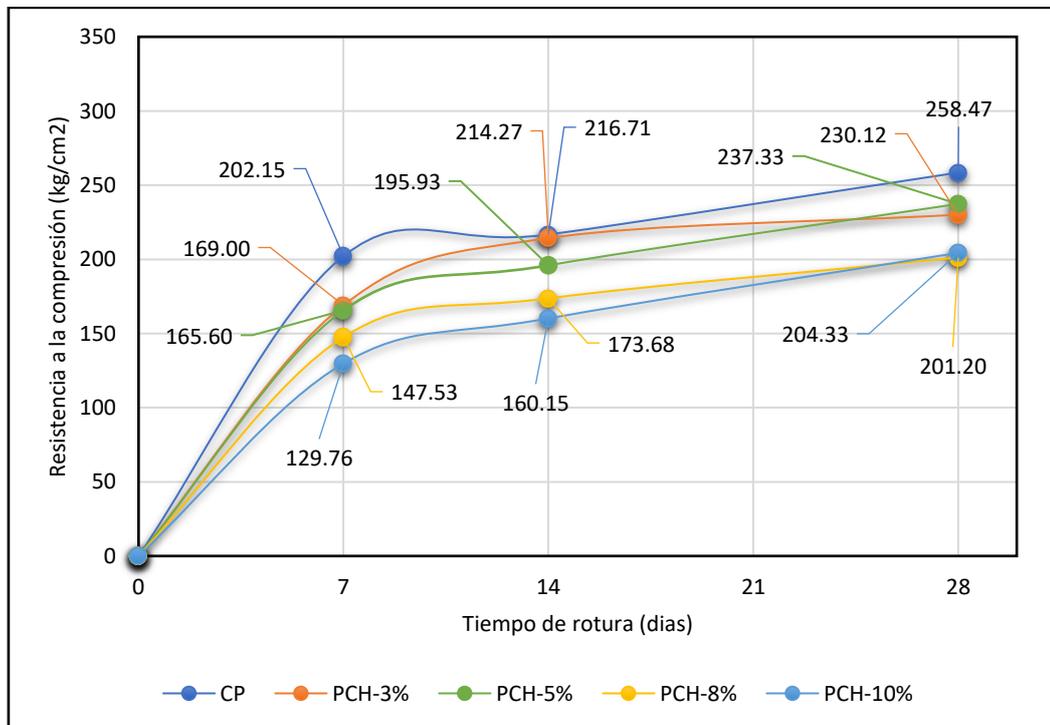


Fig. 53. Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón y Experimental- 210 kg/cm².

Al adquirir las derivaciones de las resistencias a la compresión de los concretos después del curado durante 3, 7 y 28 días para el diseño de 280 kg/cm^2 , podemos observar que la resistencia del concreto patrón superó a los concretos experimentales; sin embargo, el reemplazo del 8% PCH alcanzó la resistencia de diseño (280 kg/cm^2).

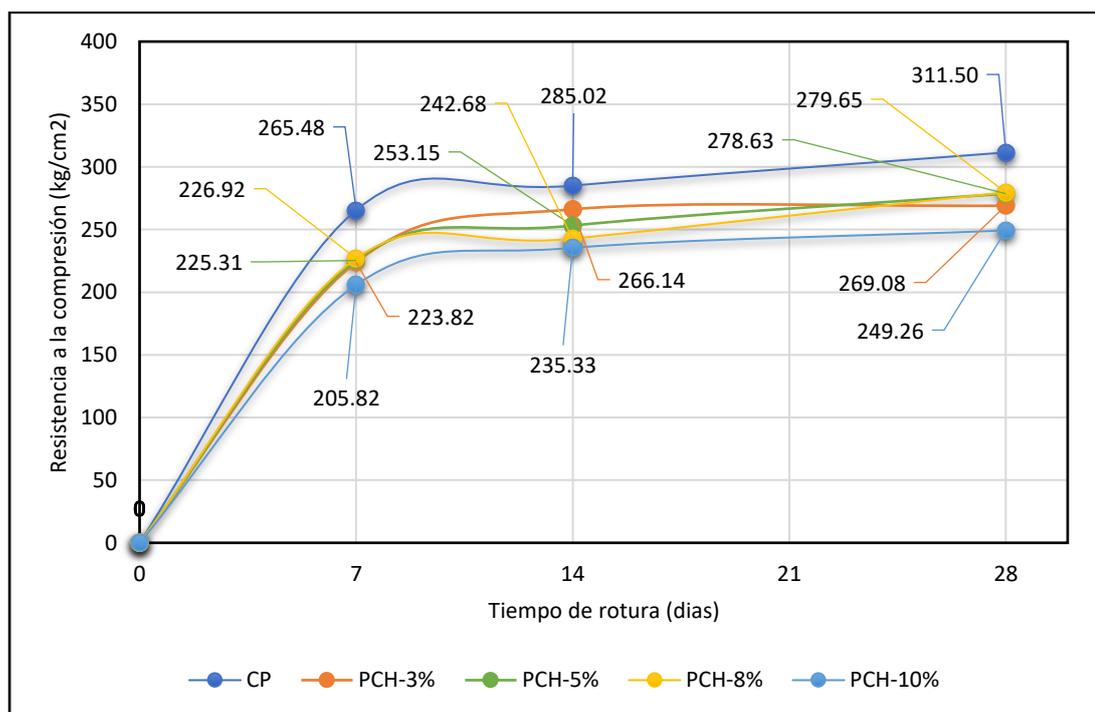


Fig. 54. Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón y Experimental- 280 kg/cm^2 .

Resistencia del concreto a flexión

Las Tablas XXXV y XXXVI, muestran las derivaciones logradas del ensayo a la flexión de los concretos patrones y experimentales de los diseños de 210 y 280 kg/cm^2 , donde se puede observar que la resistencia del concreto patrón sobrepasa al concreto experimental en sus tres días de curado.

Tabla XXXVDerivaciones de Resistencias a la Flexión del Concreto - 210 kg/cm²

Muestras	Promedios Resistencias a la			Promedios resistencias		
	flexión (kg/cm ²)			Obtenidas (%)		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
CP	31.45	32.96	38.24	14.98%	15.70%	18.21%
PCH-3%	31.06	33.26	34.92	14.79%	15.84%	16.63%
PCH-5%	27.01	29.47	34.44	12.86%	14.03%	16.40%
PCH-8%	25.86	28.22	32.52	12.31%	13.44%	15.49%
PCH-10%	25.15	28.25	32.96	11.97%	13.45%	15.70%

Tabla XXXVIDerivaciones de Resistencias a la Flexión del Concreto - 280 kg/cm²

Muestras	Promedios Resistencias a la			Promedios resistencias		
	Flexión (kg/cm ²)			Obtenidas (%)		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
CP	36.19	38.75	41.87	17.23%	18.45%	19.94%
PCH-3%	31.25	31.98	34.15	14.88%	15.23%	16.26%
PCH-5%	30.74	33.52	35.51	14.64%	15.96%	16.91%
PCH-8%	32.10	36.40	38.29	15.29%	17.33%	18.24%
PCH-10%	29.60	35.38	36.51	14.09%	16.85%	17.38%

Al tener las derivaciones de los ensayos a flexión realizados a los concretos, podemos observar que la resistencia del concreto patrón 210 kg/cm² supero a los concretos experimentales; no obstante, los reemplazos de 3% y 5% de PCH tuvieron resistencias cercanas al concreto de referencia, datos que pueden ser corroborados en la Fig. 55.

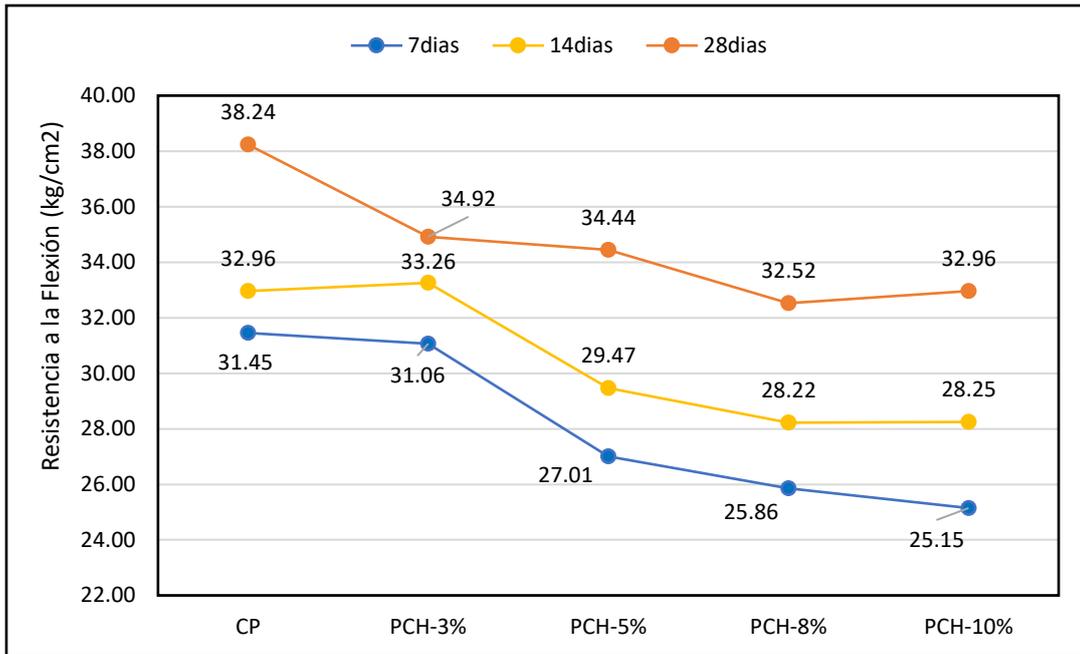


Fig. 55. Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón y Experimental – 210 kg/cm².

A la edad de 28 días, el concreto patrón supero a los concretos experimentales; sin embargo, el concreto con PCH al 8% logro resultados más cercanos al concreto patrón con una diferencia 3.58 kg/cm², datos que pueden ser corroborados visualizando la Fig.56.

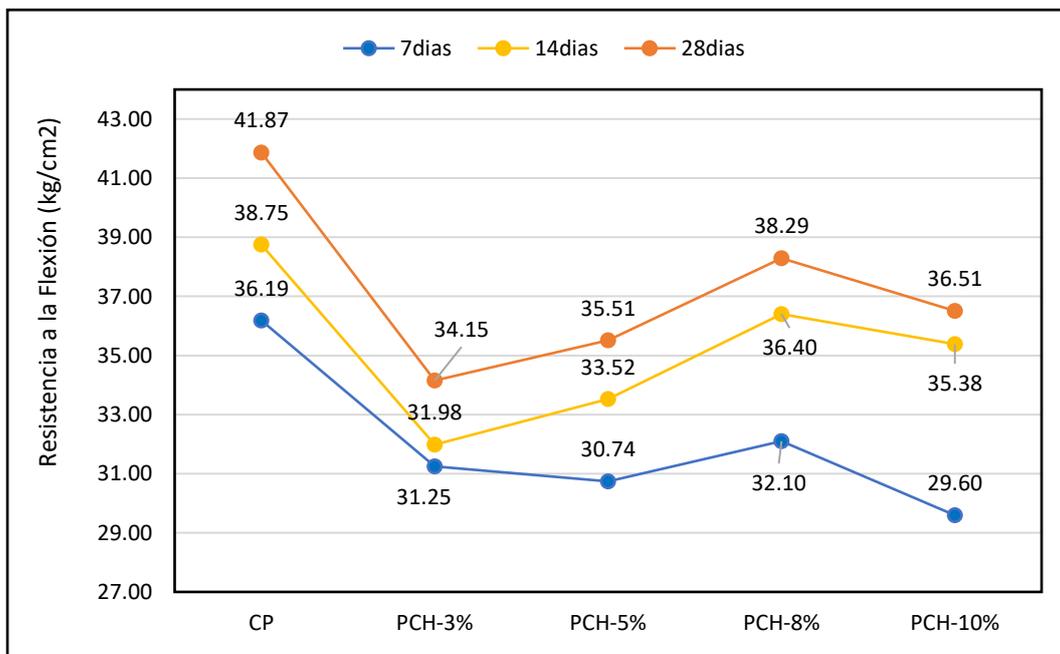


Fig. 56. Resistencia a la flexión del concreto patrón y Experimental - 280 kg/cm².

Resistencia del concreto a tracción

Las Tablas XXXVII y XXXVIII, presentan las derivaciones obtenidas de los ensayos a la flexión de los concretos patrones y experimentales de los diseños de 210 y 280 kg/cm², donde se puede observar que la resistencia del concreto patrón sobrepasa a los concretos experimentales en sus tres días de curado.

Tabla XXXVII

Derivaciones de Resistencias a la Tracción del Concreto - 210 kg/cm²

Muestras	Promedios Resistencias a la			Promedios resistencias		
	Tracción (kg/cm ²)			Obtenidas (%)		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
CP	15.80	18.18	23.20	7.52%	8.66%	11.05%
PCH-3%	18.20	20.66	22.92	8.67%	9.84%	10.91%
PCH-5%	15.40	17.15	21.09	7.33%	8.17%	10.04%
PCH-8%	13.00	15.32	19.34	6.19%	7.30%	9.21%
PCH-10%	13.37	14.44	19.22	6.37%	6.87%	9.15%

Tabla XXXVIII

Derivaciones de Resistencias a la Tracción del Concreto - 280 kg/cm²

Muestras	Promedios Resistencias a la			Promedios resistencias		
	Tracción (kg/cm ²)			Obtenidas (%)		
	7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días
CP	21.65	24.52	28.11	10.31%	11.68%	13.39%
PCH-3%	20.09	23.55	25.73	9.57%	11.21%	12.25%
PCH-5%	20.33	22.72	28.46	9.68%	10.82%	13.55%
PCH-8%	19.90	21.91	28.53	9.48%	10.43%	13.59%
PCH-10%	20.38	22.68	26.58	9.70%	10.80%	12.66%

Al contar con las derivaciones de las resistencias, logramos observar que el concreto patrón obtuvo las mejores resistencias a tracción en relación a los concretos experimentales; sin embargo, podemos verificar que a la edad de 7 y 14 días el reemplazo del 3% de PCH, adquirió resistencias más altas al de referencia, corroborar con la Fig. 57.

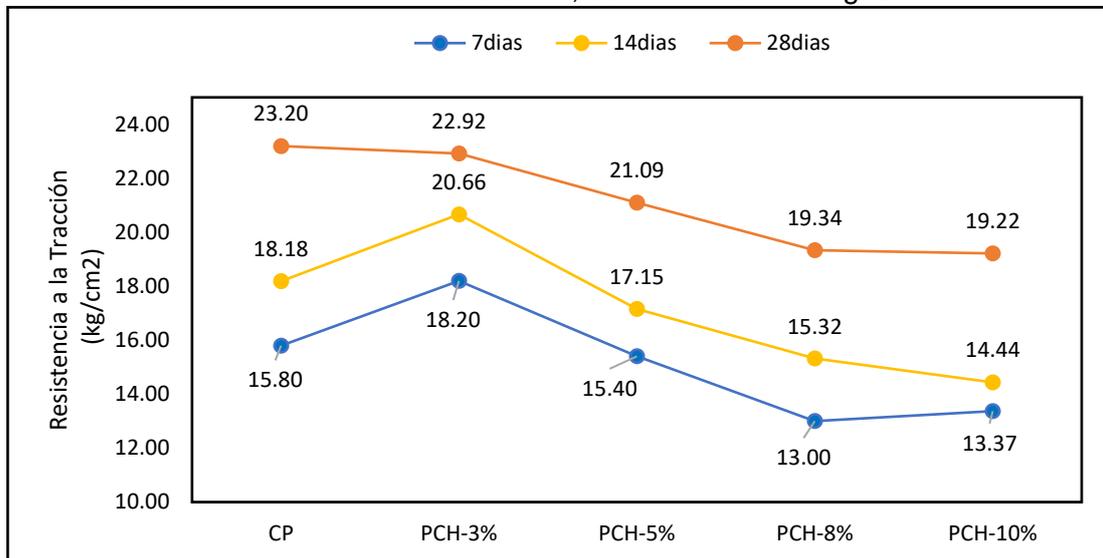


Fig. 57. Resistencia a la Tracción de Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm².

En la Fig. 58, se puede verificar que la sustitución del 5% PCH (28.46 kg/cm²) y 8%PCH (28.53 kg/cm²) a la edad de 28 días de curado lograron resultados superiores al concreto patrón.

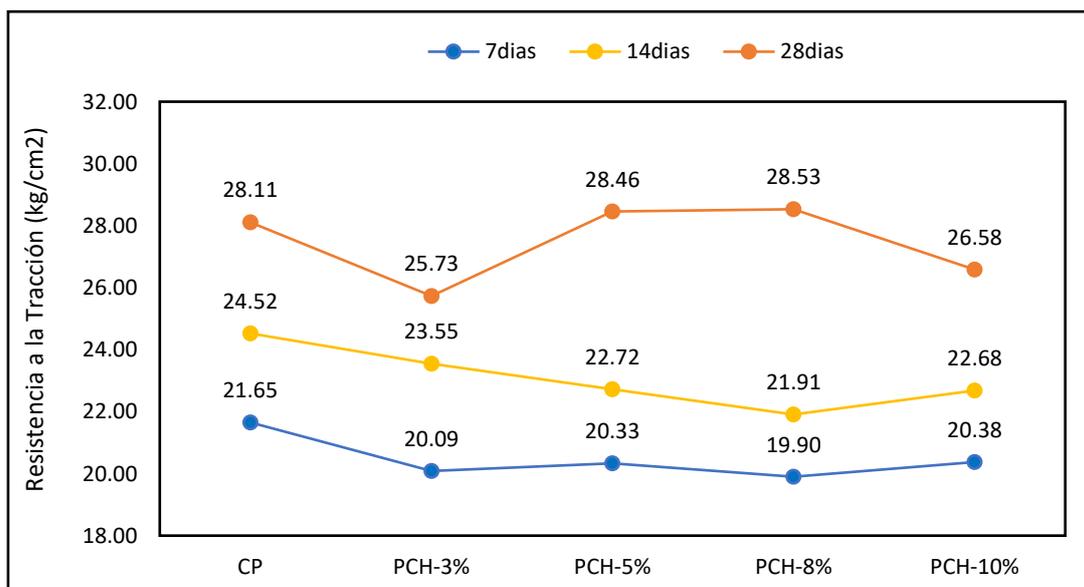


Fig. 58. Resistencia a la Tracción del Concreto Patrón y Experimental – 280 kg/cm².

Módulos de elasticidad

En la Fig. 59 y 60, se detalla los módulos de elasticidad del concreto patrón y experimental, donde se verifica que los módulos del concreto patrón sobrepasan al concreto experimental en sus tres días de curado, para ambos diseños.

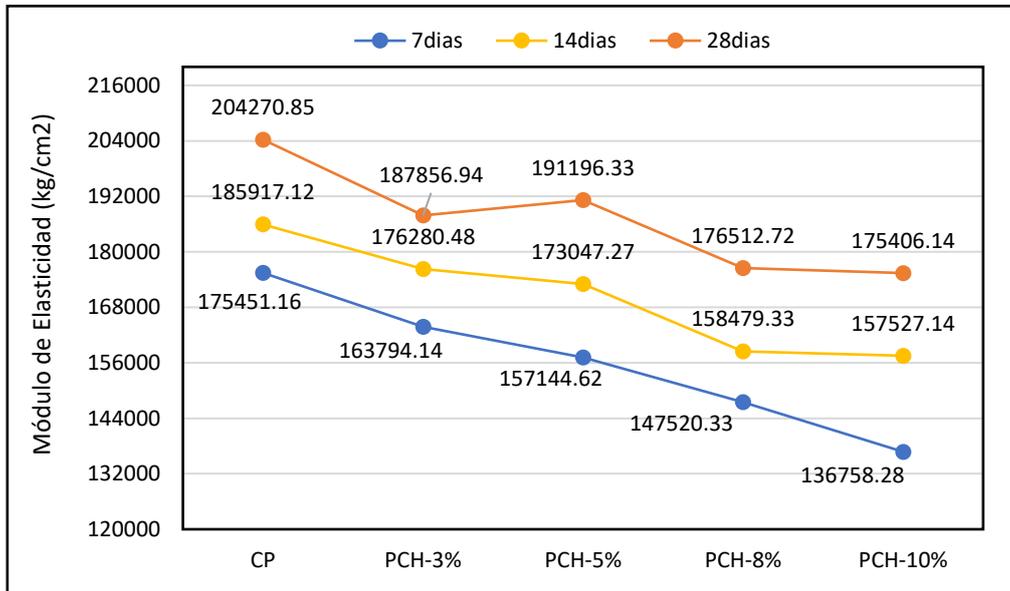


Fig. 59. Módulos de Elasticidad del Concreto Patrón y Experimental - 210 kg/cm².

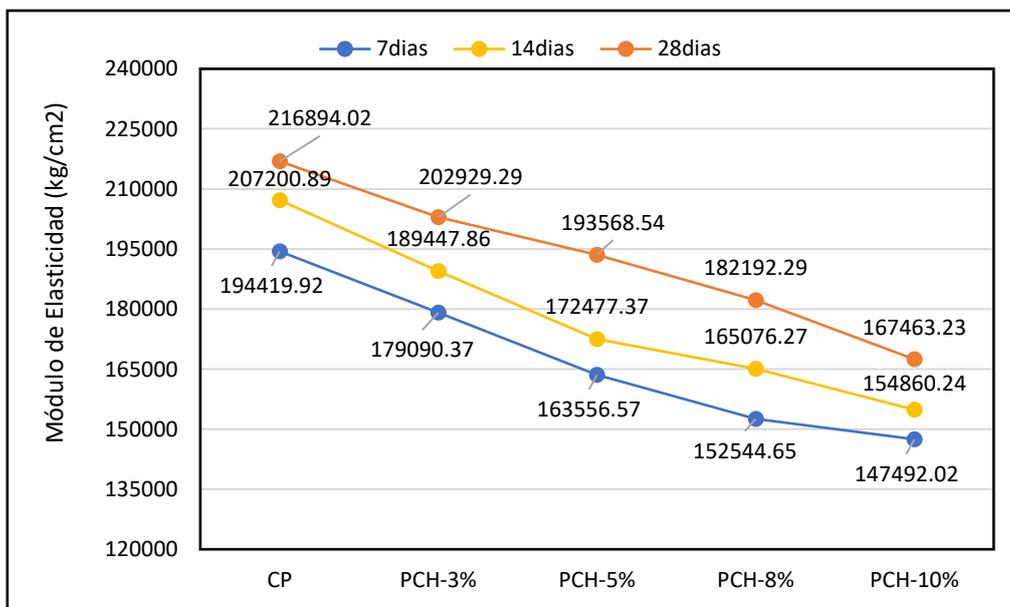


Fig. 60. Módulos de Elasticidad del Concreto Patrón y Experimental - 280 kg/cm².

E. Análisis estadístico de las propiedades mecánicas del concreto patrón y con sustitución de PCH

Prueba De Hipótesis: Se usó el Programa SPSS. Donde se realizó la evaluación del concreto control y experimental con proporciones de sustitución del 3%, 5%, 8% y 10% de polvo de cáscaras de huevos a las edades de 7, 14 y 28 días. Además, se tomó los siguientes constituyentes tales como: La edad de rotura, tipos de concretos y resistencias mecánicas.

Primero, necesitamos realizar una prueba de normalidad. Ahora, para tomar una decisión, encuentre el valor p-value conocido en SPSS como significancia. Lo primero que necesitamos saber es la hipótesis. Al realizar una prueba de normalidad, la hipótesis nula significa que las variables se distribuyen normalmente y la hipótesis alternativa significa que las variables no se distribuyen normalmente. La hipótesis nula se rechaza cuando el p-value es menor al valor de significancia utilizando el 5%. La prueba Kolmogorov-Smirnova está recomendado para muestras >50 y Shapiro-Wilk para <50 . En lo correspondiente a la estadística, se usó el análisis de la varianza ANOVA donde se identificó como hipótesis específica:

H0: La sustitución cemento por el 3%, 5%, 8% y 10% PCH no influyó significativamente en las resistencias de los concretos de 210 y 280 kg/cm² ($p > 0.05$).

H1: La sustitución cemento por el 3%, 5%, 8% y 10% PCH influyó significativamente en las resistencias de los concretos de 210 y 280 kg/cm² ($p < 0.05$).

Resistencia a la compresión

Acorde con la prueba de Shapiro – Wilk, se percibe que los datos de los concretos con sustitución de 3, 5, 8, y 10% PCH se distribuyen con normalidad, porque tiene una significancia por encima del 5% (Ver Tabla XXXIX).

Tabla XXXIXPruebas de Normalidad- Compresión 210 kg/cm²

Pruebas de normalidad							
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
CP	0.261	10	0.052	0.804	10	0.016	
PCH-3%	0.243	10	0.096	0.903	10	0.237	
Compresión PCH-5%	0.214	10	,200*	0.900	10	0.220	
PCH-8%	0.236	10	0.123	0.888	10	0.159	
PCH-10%	0.207	10	,200*	0.904	10	0.242	

Conforme con el ANOVA factorial, se puede identificar que hay diferencias en la variable dependiente de acuerdo con el tratamiento ($F=110.438$, $p < 0.01$) y con la interacción entre bloques y tratamientos ($F=3.647$, $p < 0.05$). De acuerdo con lo anterior se acepta la hipótesis de trabajo (H1) (Ver Tabla XL).

Tabla XLTabla ANOVA- Compresión 210 kg/cm²

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	60355,394 ^a	14	4311.100	80.790	0.000
Intersección	1842796.224	1	1842796.224	34534.007	0.000
Tratamientos	23572.738	4	5893.184	110.438	0.000
Bloques	35045.135	2	17522.567	328.373	0.000
Tratamientos *	1556.754	8	194.594	3.647	0.003
Bloques					
Error	1867.662	35	53.362		
Total	2002720.077	50			
Total, corregido	62223.057	49			

Acorde con la prueba de Shapiro – Wilk, se visualiza que los datos de CP y concretos con sustitución de 5y10% PCH se distribuyen con normalidad, porque tiene una significancia por encima del 5%, mientras que 3 y 8% están por debajo del 5% (Ver Tabla XLI).

Tabla XLI

Pruebas de Normalidad- Compresión 280 kg/cm²

		Pruebas de normalidad					
Tratamientos		Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
		<i>Estadístico</i>	<i>gl</i>	<i>Sig.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>gl</i>	<i>Sig.</i>
Compresión	CP	0.162	10	,200 [*]	0.978	10	0.951
	PCH-3%	0.368	10	0.000	0.725	10	0.002
	PCH-5%	0.090	10	,200 [*]	0.995	10	1.000
	PCH-8%	0.261	10	0.052	0.810	10	0.019
	PCH-10%	0.211	10	,200 [*]	0.920	10	0.361

De acuerdo con el ANOVA factorial, se puede identificar que hay diferencias en la variable dependiente de acuerdo con el tratamiento (F=63.973, p< 0.01) y con la interacción entre bloques y tratamientos (F=2.486, p<0.05). De acuerdo con lo anterior se acepta la hipótesis de trabajo (H1) (Ver Tabla XLII).

Tabla XLII

Tabla ANOVA - Compresión 280 kg/cm²

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	38405,232 ^a	14	2743.231	42.032	0.000
Intersección	3180111.420	1	3180111.420	48726.432	0.000
Tratamientos	16700.676	4	4175.169	63.973	0.000
Bloques	19878.129	2	9939.064	152.289	0.000
Tratamientos * Bloques	1298.089	8	162.261	2.486	0.030
Error	2284.261	35	65.265		
Total	3338762.161	50			
Total corregido	40689.493	49			

Resistencia a la flexión

Conforme con la prueba de Shapiro – Wilk, se visulaiza que los datos de los concretos con sustitución de 3, 5, 8, y 10% PCH se distribuyen con normalidad, porque tiene una significancia por encima del 5% (Ver Tabla XLIII).

Tabla XLIII

Pruebas de Normalidad- Flexión 210 kg/cm²

Pruebas de normalidad							
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk			
	<i>Estadístico</i>	<i>gl</i>	<i>Sig.</i>	<i>Estadístico</i>	<i>gl</i>	<i>Sig.</i>	
CP	0.225	10	0.164	0.852	10	0.062	
PCH-3%	0.148	10	,200*	0.967	10	0.861	
Flexión PCH-5%	0.207	10	,200*	0.911	10	0.285	
PCH-8%	0.216	10	,200*	0.853	10	0.062	
PCH-10%	0.138	10	,200*	0.973	10	0.914	

De acuerdo con el ANOVA factorial, se puede identificar que hay diferencias en la variable dependiente de acuerdo con el tratamiento ($F=31.764$, $p < 0.01$) y con la interacción entre bloques y tratamientos ($F=2.690$, $p < 0.05$). De acuerdo con lo anterior se acepta la hipótesis de trabajo (H1) (Ver Tabla XLIV).

Tabla XLIV

Tabla ANOVA - Flexión 210 kg/cm²

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	885,435 ^a	14	63.245	29.170	0.000
Intersección	65226.434	1	65226.434	30084.008	0.000
Tratamientos	275.474	4	68.869	31.764	0.000
Bloques	565.132	2	282.566	130.326	0.000
Tratamientos *					
Bloques	46.666	8	5.833	2.690	0.020
Error	75.885	35	2.168		
Total	69008.068	50			
Total corregido	961.320	49			

Acorde con la prueba de Shapiro – Wilk, se visualiza que los datos de los concretos con sustitución de 3, 5 y 8% PCH se distribuyen con normalidad, porque tiene una significancia por encima del 5%, mientras que los datos CP y 10% PCH por debajo del 5% (Ver Tabla XLIV).

Tabla XLVPruebas de Normalidad- Flexión 280 kg/cm²

Pruebas de normalidad							
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	Gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
CP	0.313	10	0.006	0.744	10	0.003	
PCH-3%	0.212	10	,200*	0.878	10	0.123	
Flexión PCH-5%	0.209	10	,200*	0.943	10	0.585	
PCH-8%	0.277	10	0.028	0.906	10	0.255	
PCH-10%	0.257	10	0.059	0.784	10	0.009	

De acuerdo con el ANOVA factorial, se puede identificar que hay diferencias en la variable dependiente de acuerdo con el tratamiento ($F=31.544$, $p< 0.01$) y con la interacción entre bloques y tratamientos ($F=7.076$, $p<0.01$). De acuerdo con lo anterior se acepta la hipótesis de trabajo (H1) (Ver Tabla XLVI).

Tabla XLVITabla ANOVA - Flexión 280 kg/cm²

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	635,452 ^a	14	45.389	29.467	0.000
Intersección	80910.764	1	80910.764	52526.796	0.000
Tratamientos	194.359	4	48.590	31.544	0.000
Bloques	329.514	2	164.757	106.959	0.000
Tratamientos * Bloques	87.195	8	10.899	7.076	0.000
Error	53.913	35	1.540		
Total	84286.301	50			
Total corregido	689.365	49			

Resistencia a la Tracción

Conforme con la prueba de Shapiro-Wilk, observamos que todos los datos concretos se distribuyen normalmente, con una significación superior al 5% (Ver Tabla XLVII).

Tabla XLVII

Pruebas de Normalidad- Tracción 210 kg/cm²

		Pruebas de normalidad					
Tratamientos		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	CP	0.152	10	,200*	0.930	10	0.446
	PCH-3%	0.258	10	0.058	0.875	10	0.114
Tracción	PCH-5%	0.192	10	,200*	0.956	10	0.735
	PCH-8%	0.221	10	0.182	0.872	10	0.106
	PCH-10%	0.304	10	0.009	0.848	10	0.054

De acuerdo con el ANOVA factorial, se puede identificar que hay diferencias en la variable dependiente de acuerdo con el tratamiento ($F=35.799$, $p < 0.01$) y con la interacción entre bloques y tratamientos ($F=1.190$, $p > 0.33$). Los tratamientos tienen un efecto no significativo sobre la tracción y además los tratamientos no interaccionan con el número de días de curado. Los factores tienen efecto significativo en la Tracción, pero no interaccionan (H_0) (Ver Tabla XLVIII).

Tabla XLVIIITabla ANOVA - Tracción 210 kg/cm²

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	512,296 ^a	14	36.593	30.377	0.000
Intersección	15587.928	1	15587.928	12940.163	0.000
Tratamientos	172.497	4	43.124	35.799	0.000
Bloques	329.931	2	164.966	136.945	0.000
Tratamientos *					
Bloques	11.473	8	1.434	1.190	0.333
Error	42.162	35	1.205		
Total	17030.578	50			
Total corregido	554.457	49			

Acorde con la prueba de Shapiro-Wilk, solo el 8% de PCH tiene datos con significancia menor a 0.05, los demás datos tienen significancia mayor al 5% y se distribuyen normalmente (Ver Tabla XLIX).

Tabla XLIX

Pruebas de Normalidad- Tracción 280 kg/cm²

Pruebas de normalidad						
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CP	0.218	10	0.197	0.871	10	0.101
PCH-3%	0.215	10	,200*	0.862	10	0.080
Tracción PCH-5%	0.211	10	,200*	0.851	10	0.060
PCH-8%	0.249	10	0.079	0.824	10	0.028
PCH-10%	0.230	10	0.143	0.845	10	0.050

El ANOVA factorial revela diferencias en la variable dependiente por tratamiento (F=4.695, p<0.01) y la interacción entre bloque y tratamiento (F=3.245, p<0.01). Por tanto, se acepta la hipótesis de trabajo (H1) (ver Tabla L).

Tabla L

Tabla ANOVA - Tracción 280 kg/cm²

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	485,001 ^a	14	34.643	37.173	0.000
Intersección	27519.522	1	27519.522	29529.711	0.000
Tratamientos	17.503	4	4.376	4.695	0.004
Bloques	442.154	2	221.077	237.226	0.000
Tratamientos * Bloques	24.194	8	3.024	3.245	0.007
Error	32.617	35	0.932		
Total	29455.269	50			
Total corregido	517.618	49			

Módulo de elasticidad

Conforme con la prueba de Shapiro-Wilk, solo el PC tiene datos con significancia menor a 0.05, los demás datos tienen significancia mayor al 5% y se distribuyen normalmente (Ver Tabla LI).

Tabla LI

Pruebas de Normalidad- Módulo de Elasticidad 210 kg/cm²

Pruebas de normalidad							
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
CP	0.254	10	0.067	0.825	10	0.029	
Módulo de elasticidad PCH-3%	0.181	10	,200*	0.873	10	0.109	
PCH-5%	0.228	10	0.149	0.861	10	0.078	
PCH-8%	0.257	10	0.060	0.859	10	0.074	
PCH-10%	0.201	10	,200*	0.846	10	0.053	

El ANOVA factorial revela diferencias en la variable dependiente por tratamiento ($F=115.413$, $p<0.01$) y la interacción entre bloque y tratamiento ($F=2.314$, $p<0.05$). Por tanto, se acepta la hipótesis de trabajo (H1) (ver Tabla LII).

Tabla LII

Tabla ANOVA - Módulo de Elasticidad 210 kg/cm²

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	14985898389,440 ^a	14	1070421313.531	77.190	0.000
Intersección	1437889108492.050	1	1437889108492.050	103689.019	0.000
Tratamientos	6401861068.374	4	1600465267.094	115.413	0.000
Bloques	8324232690.214	2	4162116345.107	300.138	0.000
Tratamientos * Bloques	256714494.196	8	32089311.774	2.314	0.042
Error	485356300.340	35	13867322.867		
Total	1507333879330.090	50			
Total corregido	15471254689.780	49			

Acorde con la prueba de Shapiro-Wilk, solo el 5% y 8%PCH tiene datos con significancia menor a 0.05, los demás datos tienen significancia mayor al 5% y se distribuyen normalmente (Ver Tabla LI).

Tabla LIII

Pruebas de Normalidad- Módulo de Elasticidad 280 kg/cm²

Pruebas de normalidad							
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
CP	0.194	10	,200 [*]	0.890	10	0.171	
Módulo de elasticidad	PCH-3%	0.217	10	,200 [*]	0.876	10	0.119
	PCH-5%	0.234	10	0.128	0.832	10	0.035
	PCH-8%	0.248	10	0.082	0.825	10	0.029
	PCH-10%	0.169	10	,200 [*]	0.912	10	0.296

El ANOVA factorial revela diferencias en la variable dependiente por tratamiento ($F=537.235$, $p<0.01$) y la interacción entre bloque y tratamiento ($F=3.717$, $p<0.05$). Por tanto, se acepta la hipótesis de trabajo (H1) (ver Tabla LIV).

Tabla LIV

Tabla ANOVA - Módulo de Elasticidad 280 kg/cm²

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	21003713827,933 ^a	14	1500265273.424	214.457	0.000
Intersección	1577862405417.2	1	1577862405417.28	225549.10	0.000
	80	0	1		
Tratamientos	15033234779.677	4	3758308694.919	537.235	0.000
Bloques	5606498015.227	2	2803249007.614	400.713	0.000
Tratamientos *	208011602.962	8	26001450.370	3.717	0.003
Bloques					
Error	244847724.393	35	6995649.268		
Total	1652315053478.8	50			
	60				
Total corregido	21248561552.327	49			

Características de las cáscaras de huevos

Características físicas

El tipo de polvo de cáscaras de huevos permite comparar la proporción de cáscaras consumidas y el porcentaje de cáscaras pérdidas, y la identificación de sus propiedades físicas. Las cantidades de muestras utilizadas durante el estudio se detalla en la Tabla LV. Esta es la primera muestra y será analizada durante toda la investigación.

Tabla LV

Características Físicas de la Cáscaras de huevos (CH)

Descripción	Peso (gr)	Uso (%)	Pérdida (%)	Color	Tamaño	N° Malla
C.H sin triturar	1000	100.0	0.0	Pardo	< 4.0cm	
C.H Molido	940	94.0	6.0	Blanco Hueso	< 0.1cm	
C.H Tamizada	320	32.0	62.0	Blanco Perla	< 75 μ	200

Características químicas

La Tabla LVI, muestra la composición química de polvo de cáscaras de huevos (PCH) obtenida por el Laboratorio de Ensayos de Investigación utilizando estudios de difracción de rayos X (XRD). Las características de los picos cristalinos de XRD mostraron que el componente principal del PCH es el carbonato de calcio (CaCO_3) en forma de calcita. La Fig. 61, proporciona información para identificar y cuantificar los componentes presentes en nuestra materia prima; mientras que la Fig. 62, nos muestra la presencia de fases cristalinas, principalmente de calcita. Los picos XRD para la calcita aparecieron en ángulos de aproximadamente 2θ en 27° , 34.5° , 37° , 42.2° , 46.2° , 54° , 56° , 57° , 67° , 68° , 69° , 71° , 72° , 75° , 77° y 78° , con un pico importante en 34.5° .

Tabla LVI

Composición Química de Polvo de Cáscaras de Huevos

Elemento	Código de referencia	Fórmula química	Unidad	Resultado
calcita	96-901-6707	$\text{Ca}_6.00\text{C}_6.00\text{O}_{18.00}$	%	100.0
calcita	96-901-4892	$\text{Ca}_6.00\text{C}_6.00\text{O}_{18.00}$	%	10.0

Nota: El componente químico encontrado en la cascara de huevo es la calcita.

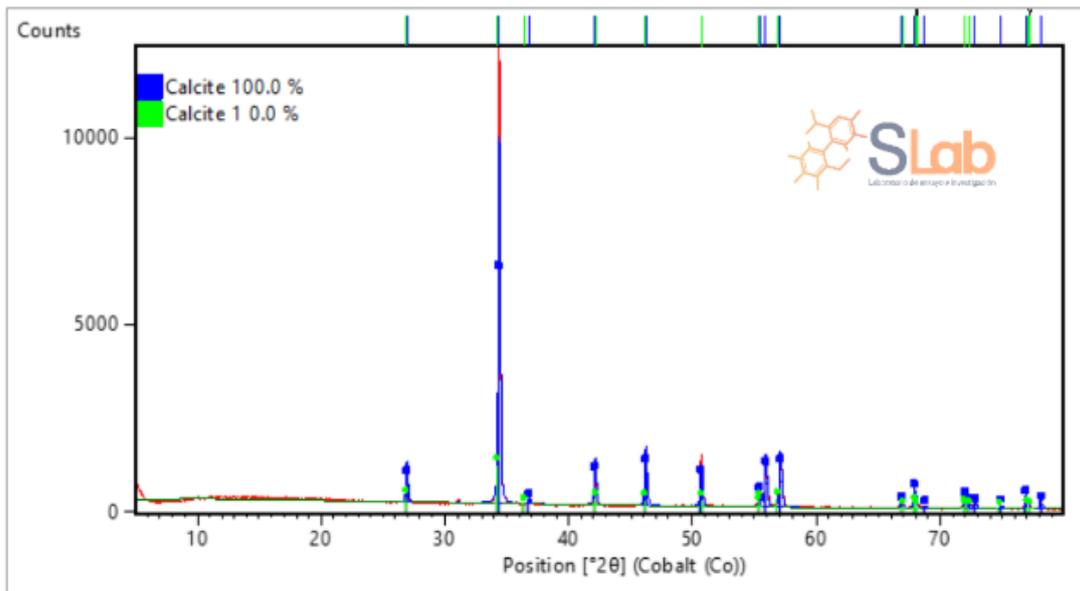


Fig. 61. Difractograma de la muestra PCH.

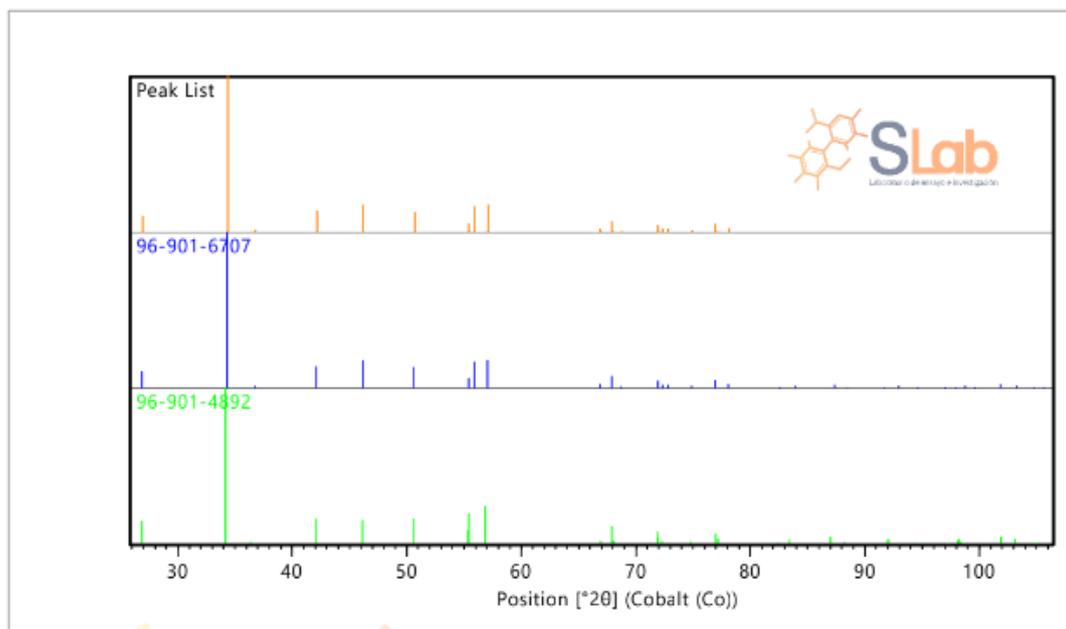


Fig. 62. Gráfico de las Fases Identificadas del PCH.

3.2. Discusión

Propiedades físicas de los Agregados pétreos

Conforme a los resultados logrados después de ejecutar estudios de canteras, se determinaron las canteras excelentes para cumplir con los requisitos de ASTM C y NTP 400.012: La cantera La Victoria para el agregado fino y la cantera Pacherrez para el agregado grueso con un T.M.N de 3/4" y M.F de 3.04. Estos resultados guardan relación con los que sostiene [41] quien señaló que las canteras con los mejores agregados fueron: La cantera la Victoria para el agregado fino y la cantera Pacherrez para el agregado grueso con un T.M.N de 3/4" y M.F de 2.85. Esto es consistente con lo encontrado en este estudio.

Una vez disponibles las derivaciones de los ensayos de áridos de las canteras selectas, se comenzó a realizar los diseños de las mezclas de los concretos para dos resistencias de 210 y 280 kg/cm² utilizando los equivalentes áridos para ambas resistencias; igualmente, los diseños de los concretos se ejecutaron por medio de la norma ACI 211. Las relaciones de a/c de los diseños de 210 y 280 kg/cm², fueron de 0.71 y 0.60 respectivamente. En lo que respecta a los diseños de concreto hay una relación con los resultados de [41], quien ejecutó el diseño de mezclas de concreto según la ACI 211, logrando la relación a/c de 0.68 y 0.58 para los diseños de 210 y 280 kg/cm², respectivamente. Resultados similares a esta investigación.

Se elaboraron dos diseños de mezclas de concretos para resistencias de 210 y 280 kg/cm², en el cual se reemplazó el cemento por polvo de cáscaras de huevos en porcentajes de 3%, 5%, 8% y 10% del volumen total. Se asumió la norma American Concrete Institute ACI 211. Al tener los diseños de mezclas de los concretos estándares y experimentales, se evaluaron las propiedades del concreto fresco y endurecido.

Propiedades físicas del concreto

Asentamiento

Se realizaron pruebas de asentamiento para establecer la trabajabilidad del concreto antes del vaciado. Estos resultados se presentan en las Fig. 45 y 46. Aquí, el asentamiento del concreto estándar de 210 kg/cm² es de 3 6/7"; en tanto, los asentamientos del concreto experimental fueron 4", 4", 4 1/3" y 4 2/3" para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. El concreto estándar de 280 kg/cm² logró un asentamiento de 3 2/3" y el concreto experimental mantuvo alturas de 3 5/7", 3 6/7", 3 8/9" y 4" para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10% respectivamente. Estos resultados guardan relación con los datos de Alvarado [36] quien usó cáscara de huevo (CH) y aditivo superplastificantes en concretos de 210 kg/cm², logrando obtener asentamientos para los concretos experimentales con alturas de 4 4/5", 5 1/5" y 5 4/5" pulgadas para reemplazos de CH al 2.5%, 3% y 3.5 %, respectivamente, superiores al concreto de referencia con asentamiento de 4". En el estudio actual y en el antecedente, encontramos que el asentamiento incrementó con % de sustitución de CH.

Por otro lado, Castro & Alfaro [34] usaron sustituciones de 15 y 20% cáscaras de huevos (CH) en los concretos, para resistencias de 210 kg/cm², el concreto patrón obtuvo un asentamiento de 5 1/4" y el concreto experimental 4 1/4" y 3 1/2" para reemplazos de CH al 15 y 20%, respectivamente. Para resistencias de 280 kg/cm² el concreto de referencia obtuvo un asentamiento de 3 3/4" y el concreto experimental 3" y 2 1/4" pulgadas para reemplazos de CH al de 15 y 20%, respectivamente. En el antecedente, encontramos que el asentamiento disminuye con % de sustitución de CH.

Aire atrapado

Para el aire atrapado en el concreto, esta característica se puede observar en las Figuras 47 y 48. El aire atrapado del concreto patrón con un diseño 210 kg/cm² contenía 1.30%; en tanto de los concretos experimentales se mantenían en 1.25%, 1.25%, 1.20% y

1.10% para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10% respectivamente. El concreto patrón de 280 kg/cm² contenía 1.20% de aire atrapado; en tanto el contenido de aire atrapado de los concretos experimentales se mantenían en 1.15%, 1.15%, 1.10% y 1.0% para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10% respectivamente. En el estudio actual podemos apreciar que el aire atrapado disminuye con el aumento del % de PCH.

Temperatura

Dado que las temperaturas de las mezclas de concreto estándar y de los concretos experimentales para resistencias de 210 y 280 kg/cm² estuvieron entre 20 °C y 30 °C, y se hallaron dentro de la condición determinado por la norma E.060 (capítulo 5.11) donde menciona que la temperatura no debe exceder los 32 °C. Por encima de esta temperatura, el concreto mismo tiene problemas de endurecimiento y puede causar pérdida de resistencia a la compresión, tracción y flexión.

Peso unitario

En cuanto a los pesos unitarios de los concretos, estas características se pueden apreciar en las Fig. 48 y 49. Aquí vemos que el peso unitario del concreto estándar clasificado en 210 kg/cm² es de 2389 kg/m³; en tanto, los pesos unitarios de los concretos experimentales fueron de 2386 kg/m³, 2369 kg/m³, 2359 kg/m³ y 2327 kg/m³ para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. El peso unitario del concreto estándar de 280 kg/cm² es de 2393 kg/m³; mientras tanto, los pesos unitarios de los concretos experimentales fueron de 2382 kg/m³, 2380 kg/m³, 2374 kg/m³, y 2361 kg/m³ para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. Estos resultados se relacionan con [34] utilizando reemplazos del 15% y 20% de cáscaras de huevos (CH) en los concretos. Para una resistencia de 210 kg/cm², el concreto patrón recibe un peso unitario de 2396 kg/m³ y los concretos experimentales de 2395 kg/m³ y 2367 kg/m³ para reemplazos de CH al 15 y 20% respectivamente. A una resistencia de 280 kg/cm², el concreto estándar recibió un peso unitario de 2404 kg/m³ y los concretos experimentales recibió 2388 kg/m³ y 2397 kg/m³ para reemplazos de CH al 15% y 20% respectivamente. Por otro lado, los estudios de [14] quien

usó polvo de cáscaras de huevos (PCH) en los concretos, donde el concreto patrón recibe un peso unitario de 1886 kg/m^3 y los concretos experimentales 1877 kg/m^3 , 1868 kg/m^3 , 1856 kg/m^3 y 1842 kg/m^3 para reemplazos de PCH al 5%, 10%, 15% y 20%, respectivamente. En el estudio actual y los antecedentes, encontramos que el peso unitario reduce con el incremento de % de sustitución de CH.

Para el peso unitario del concreto 210 kg/cm^2 los resultados de la presente investigación no guardan relación con las derivaciones de [36] quien uso cáscaras de huevos(CH) y aditivo superplastificantes (AS) , donde el peso unitario del concreto estándar clasificado en 210 kg/cm^2 es 2313.1 kg/m^3 ; en tanto que los pesos unitarios de los concretos experimentales es de 2322 kg/m^3 , 2329.8 kg/m^3 , 2334 kg/m^3 para reemplazos de CH+AS al 2.5%,3% y 3.5%, respectivamente. En el antecedente, encontramos que el peso unitario el incremento con % de reemplazo de CH.

Propiedades mecánicas del concreto

Resistencia a la compresión

Determinación de la resistencia a compresión 210 y 280 kg/cm^2 de los concretos patrones y experimentales a los 7, 14 y 28 días. Se ejecutaron dos diseños de mezclas en el laboratorio para emplear las cantidades requeridas de cada uno de los elementos. El concreto de referencia de 210 kg/cm^2 a los 28 días alcanzó una resistencia a la compresión de 258.47 kg/cm^2 y los concretos experimentales lograron resistencias de 230.12 kg/cm^2 , 237.33 kg/cm^2 , 201.20 kg/cm^2 y 204.33 kg/cm^2 para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. El concreto de referencia de 280 kg/cm^2 a los 28 días consiguió una resistencia de 311.50 kg/cm^2 y los concretos experimentales lograron resistencias de 277.71 kg/cm^2 , 278.63 kg/cm^2 , 279.65 kg/cm^2 y 249.26 kg/cm^2 para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. Estos resultados guardan relación con los resultados de las investigaciones de: [14] quien uso cascara de huevo (CH) en el concreto, logrando obtener los siguientes resultados: El concreto de referencia consiguió una resistencia de 274.30

kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 271.24 kg/cm², 262.08 kg/cm², 253.91 kg/cm², y 242.69 kg/cm² para reemplazos de CH al 5%, 10%, 15% y 20%, respectivamente; Por otra parte [24] quienes en su estudio de producción de concreto mediante polvo de cáscaras de huevos (PCH), lograron los siguientes resultados: El concreto de referencia obtuvo una resistencia de 391.37 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 229.44 kg/cm², 224.95 kg/cm² y 203.23 kg/cm² para reemplazos de PCH al 10%, 20% y 30% respectivamente; de igual importancia [18] en su investigación del efecto del uso de polvo de cáscaras de huevos (PCH) en el concreto, lograron los siguientes resultados: El concreto de referencia consiguió una resistencia de 412.7 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 403.2 kg/cm², 374.4 kg/cm² y 274.6 kg/cm² para reemplazos de PCH al 5%, 10% y 15% respectivamente. En el estudio actual y los antecedentes, encontramos que la resistencia a la compresión disminuye con el reemplazo de cemento por polvo de cáscaras de huevos.

Para la resistencia a la compresión los resultados de la presente investigación no guardan relación con los resultados de las investigaciones de: [34] quienes en su investigación al usar cáscaras de huevos (CH) en el concreto, obtuvo las siguientes resultados: para el concreto de referencia de 210 kg/cm² a los 28 días alcanzó una resistencia de 322.88 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 335.20 kg/cm² y 313.40 kg/cm² para reemplazos de CH al 15% y 20%, respectivamente. El concreto de referencia de 280 kg/cm² alcanzó una resistencia 393.10 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 394.80 kg/cm² y 391.10 kg/cm² para reemplazos de CH al 15% y 20%, respectivamente; así mismo [33] quien al sustituir cáscaras de huevos (CH) , el concreto de referencia obtuvo una resistencia de 212.24 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 212.21 kg/cm², 213,05 kg/cm² 214,96 kg/cm² para reemplazos de CH al 4%, 6% y 8%, respectivamente. Del mismo modo [37] usaron cáscaras de huevos (CH) y cal (Cl) para concretos de 210 kg/cm², el concreto de referencia obtuvo una resistencia de 221.93 kg/cm² y los concretos experimentales consiguieron resistencias de

241.10 kg/cm² y 217.58 kg/cm² para reemplazos de CH+CI al 15% y 25%, respectivamente; de la misma forma [35] en su investigación uso la composición de la cascara de huevos (CH) y hojas de eucalipto (HE) para concretos de 210 kg/cm², el concreto de referencia obtuvo una resistencia de 210.2 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 214.2 kg/cm² y 232.6 kg/cm² para reemplazos de CH+HE al 10 y 16% respectivamente. En los antecedentes, encontramos que la resistencias a la compresión aumentaron con las substituciones de cemento por cáscaras de huevos.

Resistencia a la flexión

Determinación de la resistencia a flexión 210 y 280 kg/cm² de los concretos patrones y experimentales a los 7, 14 y 28 días. Se realizaron dos diseños de mezclas en el laboratorio para aplicar las cantidades requeridas de cada uno de los elementos. El concreto de referencia de 210 kg/cm² a los 28 días alcanzó una resistencia a la flexión de 38.24 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 34.92 kg/cm², 34.44 kg/cm², 32.52 kg/cm² y 32.96 kg/cm² para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. El concreto de referencia de 280 kg/cm² a los 28 días alcanzó 41.87 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 34.15 kg/cm², 35.51 kg/cm², 38.29 kg/cm² y 36.51 kg/cm² para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. Estos resultados guardan relación con los resultados de las investigaciones de: [14] quien al usar cáscaras de huevos (CH) en el concreto, logro obtener las siguientes resistencia: El concreto de referencia alcanzó 43.85 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 43.64 kg/cm², 42.22 kg/cm², 40.58 kg/cm² y 38.74 kg/cm² para reemplazo de CH al 5%, 10%, 15% y 20%, respectivamente; de igual importancia [24] quienes su estudio de producción de concreto mediante polvo de cáscaras de huevos (PCH), lograron los siguientes resultados: El concreto de referencia consiguió una resistencia de 45.89 kg/cm² y y los concretos experimentales lograron resistencias de 39.05 kg/cm², 38.34 kg/cm² y 33.25 kg/cm² para reemplazo de CH 10%, 20% y 30%, respectivamente; por otra parte [25] al examinar las características del concreto autocompactante con polvo de cáscaras de huevos (PCH), lograron los siguientes

resultados: El concreto patrón alcanzó una resistencia de 33.65 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 30.59 kg/cm², 32.63 kg/cm² y 38.75 kg/cm² para reemplazo de PCH 10%, 20% y 30%, respectivamente; de la misma forma [18] en su investigación del efecto del empleo de polvo de cáscaras de huevos (PCH) en el concreto, lograron los siguientes resultados: El concreto de referencia consiguió una resistencia de 60.3 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 57.6 kg/cm², 55.2 kg/cm² y 48.9 kg/cm² para reemplazo de CH 5%, 10% y 15%, respectivamente. En el estudio actual y los antecedentes, encontramos que la resistencias a la flexión disminuyeron con los reemplazos de cemento por polvo de cáscaras de huevos.

Para la resistencia a la flexión los resultados de la presente investigación no guardan relación con los resultados de las investigaciones de: [12] quien uso polvo de cáscaras de huevos (PCH) como sustitución del cemento en el concreto. El concreto de referencia consiguió una resistencia de 38.95 kg/cm² y los concretos experimentales consiguieron resistencias de 40.58 kg/cm², 42.01 kg/cm², 40.28 kg/cm² y 39.45 kg/cm² para reemplazo de CH al 5%, 10%, 15% y 20%, respectivamente-, de igual importancia [15] en su investigación, utilizó polvo de cáscaras de huevos (PCH) como sustituto del cemento en el concreto. El concreto de referencia consiguió una resistencia de 56.59 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 57.61 kg/cm², 59.14 kg/cm², 62.20 kg/cm² y 60.16 kg/cm², para reemplazos de PCH al 2.5%, 5%, 7.5% y 10%, respectivamente. En los antecedentes, encontramos que la resistencias a la flexión aumentaron con presencia de cáscaras de huevos.

Resistencia a la tracción

Determinación de la resistencia a tracción 210 y 280 kg/cm² de los concretos patrones y experimentales a los 7, 14 y 28 días. Se ejecutaron dos diseños de mezclas en laboratorio para emplear las cantidades requeridas de cada uno de los elementos. El concreto de referencia de 210 kg/cm² a los 28 días alcanzó una resistencia a la tracción de 23.20 kg/cm², y los concretos experimentales lograron resistencias de 22.92 kg/cm², 21.09 kg/cm², 19.34

kg/cm² y 19.22 kg/cm² para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. El concreto de referencia de 280 kg/cm² a los 28 días alcanzó una resistencia de 28.11 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 25.73 kg/cm², 28.46 kg/cm², 28.53 kg/cm² y 26.58 kg/cm² para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente; observando que 5% y 8% sustitución superaron al concreto de referencia; por otra parte [24] quienes su estudio de producción de concreto mediante polvo de cáscaras de huevos (PCH), lograron los siguientes resultados: El concreto de referencia consiguió una resistencia de 94.12 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 81.88 kg/cm², 69.24 kg/cm² y 65.87 kg/cm² para reemplazo de CH 10%, 20% y 30%, respectivamente; de igual importancia [18] en su investigación del efecto del uso de polvo de cáscaras de huevos (PCH) en el concreto, lograron los siguientes resultados: El concreto de referencia consiguió una resistencia de 36.4 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 32.8 kg/cm², 31.1 kg/cm² y 27.6 kg/cm² para reemplazo de CH 5%, 10% y 15%, respectivamente. En el estudio actual y los antecedentes, encontramos que las resistencias a la tracción disminuyen con los reemplazos de cemento por polvo de cáscaras de huevos.

En lo que respecta a la resistencia a la tracción del concreto 210 y 280 kg/cm² los resultados de la presente investigación no guardan relación con los resultados de: [15] quienes en su investigación, utilizaron polvo de cáscaras de huevos (PCH) como sustituto del cemento en el concreto. El concreto de referencia adquirió una resistencia de 28.04 kg/cm² y los concretos experimentales lograron resistencias de 30.90 kg/cm², 31.41 kg/cm², 32.12 kg/cm² y 31.61 kg/cm² para reemplazos de PCH al 2.5%, 5%, 7.5% y 10%, respectivamente; de igual forma [34] quienes, en su investigación al emplear cáscaras de huevos (CH) en el concreto, obtuvieron las siguientes resistencias: para el concreto patrón de 210 kg/cm² alcanzó una resistencia de 23.79 kg/cm², y los concretos experimentales lograron resistencias de 21.52 kg/cm² y 27.68 kg/cm² para reemplazos de CH al 15% y 20%, respectivamente. El concreto de referencia de 280 kg/cm² alcanzó una resistencia de 31.28 kg/cm²; y los concretos experimentales lograron resistencias de 32.18 kg/cm² y 31.75 kg/cm² para reemplazos de CH al 15% y 20%, respectivamente. En los antecedentes, encontramos que

las resistencias a la tracción aumentaron con las substituciones de cemento por cáscaras de huevos.

Módulos de elasticidad

Determinación de los módulos de elasticidad para 210 y 280 kg/cm² de los concretos patrones y experimentales a los 7, 14 y 28 días. El concreto de referencia del 210 kg/cm² a los 28 días alcanzó módulos de elasticidad de 204270.85 kg/cm²; y los concretos experimentales módulos de elasticidad de 187856.94 kg/cm², 191196.33 kg/cm², 176512.72 kg/cm² y 175406.14 kg/cm² para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. El concreto de referencia de 280 kg/cm² a los 28 días alcanzó 216894.02 kg/cm²; y los concretos experimentales lograron módulos de elasticidad de 202929.29 kg/cm², 193568.54 kg/cm², 182192.29 kg/cm² y 167463.23 kg/cm² para reemplazos de PCH al 3%, 5%, 8% y 10%, respectivamente. Estos resultados guardan relación con [14] quien, en su investigación al emplear cáscaras de huevos (CH) en el concreto, logró obtener los siguientes resultados: El concreto de referencia adquirió módulos de elasticidad de 24000 kg/cm² y los concretos experimentales lograron módulos de 23200 kg/cm², 22600 kg/cm², 21500 kg/cm² y 20800 kg/cm² para reemplazos de CH al 5%, 10%, 15% y 20%, respectivamente. En el estudio actual y el antecedente, encontramos que los módulos de elasticidad disminuyen con los reemplazos de cáscaras de huevos.

Propiedades químicas del polvo de cáscaras de huevos

Las características de los picos cristalinos de XRD mostraron que el componente principal del PCH es el carbonato de calcio (CaCO₃) en forma de calcita. Los picos XRD para la calcita aparecieron en ángulos de aproximadamente 2θ en 27°, 34.5°, 37°, 42.2°, 46.2°, 54°, 56°, 57°, 67°, 68°, 69°, 71°, 72°, 75°, 77° y 78°, con un pico importante en 34.5°. En cuanto a los investigadores [31] sus patrones de XRD mostraban similares picos cristalinos de Carbonato de calcio de cáscara de huevo, encontrando un pico significativo 30° (2θ) característico de la calcita cristalina. En tanto los datos de [106] mostraron que los picos XRD

para la calcita aparecieron en ángulos de aproximadamente 2θ , con un pico importante en 29.1° .

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Las pruebas de tamaño de partícula de agregados gruesos y finos de las canteras de la Victoria (arena) y Pacherrez (piedra) de donde se obtuvo los agregados, han demostrado que están acorde con los husos granulométricos para los diseños de mezclas por lo tanto los tamaños máximos nominales son confiables. El agregado fino tiene un módulo de finura de 3.04 y el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de $3/4"$. El contenido de humedad del agregado fino es 1.33% y del agregado grueso de 0.22%. El peso unitario suelto seco del agregado grueso 1353 kg/m^3 y del agregado fino es de 1471 kg/m^3 ; el peso unitario compactado seco del agregado grueso es 1528 kg/m^3 y del agregado fino 1632 kg/m^3 . El peso específico de masa del agregado grueso es 2.668 gr/cm^3 y del agregado fino 2.581 gr/cm^3 . La absorción del agregado grueso es 1.33% y del agregado fino 1.14%.

Conforme a los diseños de mezclas de los concretos según ACI 211, se consiguieron las siguientes dosificaciones: Para una resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 , una relación a/c de 0.712 y se empleó 8.70 bolsas de cemento por m^3 ; de igual importancia, para una resistencia de diseño de 280 kg/cm^2 una relación a/c de 0.602 y se empleó 10.4 bolsas de cemento por m^3 , ambas dosificaciones se usaron para establecer las relaciones de peso y volumen de los concretos experimentales, con remplazos de 3%, 5%, 8% y 10% del volumen del cemento polvo de cáscaras de huevos.

Las pruebas realizadas al concreto fresco arrojaron las siguientes propiedades físicas:

Para el diseño de resistencia 210 kg/cm^2 , el asentamiento del concreto patrón y los experimentales varió de $3 \frac{6}{7}"$ a $4 \frac{2}{3}"$; de forma similar, para el diseño 280 kg/cm^2 , se

encontró que el asentamiento del concreto patrón y los experimentales estaba en el rango de 3 2/3" y 4", ambos diseños fueron mezclas trabajables de consistencia plástica. Para los diseños de resistencias 210 y 280 kg/cm², la temperatura de los concretos patrones y los experimentales estuvieron entre 20 °C y 30 °C. Para el diseño de resistencia de 210 kg/cm², el contenido de aire atrapado del concreto patrón y los experimentales varió de 1.1 a 1.3%; de igual forma, para el diseño de 280 kg/cm² el contenido de aire atrapado estuvo entre 1.0 y 1.2%. Los valores de los pesos unitarios para el diseño de resistencia de 210 kg/cm² de concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 2327.17 y 2389.43 kg/m³; de la misma forma, para el diseño de 280 kg/cm², los pesos unitarios del concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 2361.13 y 2393.21 kg/m³.

Las pruebas realizadas al concreto endurecido después de 28 días de curado, arrojaron las siguientes propiedades mecánicas:

Los promedios de las resistencias a la compresión del diseño de 210 kg/cm² del concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 201.20 y 258.47 kg/cm²; de igual importancia, los promedios de las resistencias del diseño de 280 kg/cm² del concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 249.26 y 311.50 kg/cm². Los valores promedios de las resistencias a la flexión del diseño de 210 kg/cm² del concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 32.52 y 38.24 kg/cm²; de la misma forma, los promedios de las resistencias del diseño de 280 kg/cm² del concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 34.15 y 41.87 kg/cm². Los promedios de las resistencias de tracción del diseño de 210 kg/cm² del concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 19.22 y 23.20 kg/cm²; de forma similar, los promedios de las resistencias del diseño de 280 kg/cm² del concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 25.73 y 28.53 kg/cm². Los valores promedios de los módulos de elasticidad del diseño de resistencia de 210 kg/cm² de concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 175406.14 y 204270.85 kg/cm²; de la misma manera, los valores promedios del diseño de 280 kg/cm² del concreto patrón y los experimentales oscilaron entre 167463.23 y 216894.02 kg/cm².

Las derivaciones de los concreto experimentales utilizando polvo de cáscaras de huevos como sustitución del cemento, son inferiores a los valores obtenidos de los concretos patrones en los ensayos de las resistencias a la compresión, tracción, flexión y módulos de elasticidad, para los diseños de 210 y 280 kg/cm² a los 28 días de curado.

Este estudio muestra que la incorporación de polvo de cáscaras de huevos con diferentes proporciones de sustitutos del cemento tiene diferentes efectos sobre las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Por lo que, el reemplazo del cemento por polvo cáscaras de huevos debe ser hasta un 5% para diseño de 210 kg/cm² y 8% para el diseño 280 kg/cm²; por consiguiente, puede ser usado para concretos estructurales (norma E.060).

En una prueba de difracción de rayos X para el análisis químico de cáscaras de huevos, se determinó que el material contenía un porcentaje muy alto de carbonato de calcio (CaO₃) en forma de calcita. En concluyente, son materiales aptos para sustituir al cemento, siempre que tengan más química cementosa para que resistan tiempos de curado más largos y un alto porcentaje de reposición en la mezcla.

El análisis estadístico mostró que las mejores propiedades mecánicas se obtuvieron con el concreto estándar, de acuerdo con los datos obtenidos en el laboratorio, y un nivel de confianza del 95 % con un error de 0.05, indicaron que existieron diferencias significativas entre las propiedades del concreto patrón y las experimentales con la sustitución 3%, 5%, 8% y 10% de cáscara de huevo.

4.2. Recomendaciones

Con el fin de obtener los áridos óptimos que desempeñen con todas las medidas determinados por diversas normas como la ASTM y la N.T.P, y para alcanzar excelentes derivaciones tanto en las características físicas como mecánicas del concreto, recomendamos ejecutar investigaciones a diversas canteras.

Se recomienda seguir las pautas de la norma American Concrete Institute ACI 211, al efectuar el diseño de mezclas de concreto. De esta forma se establecen los parámetros óptimos para la adecuada dosificación de la cantidad de material.

La investigación actual sobre este tema se encuentra en una etapa inicial y se necesita una investigación más profunda para explicar mejor el impacto del polvo de cáscaras de huevos en las características del material y su aplicación en los materiales de construcción. Además, se sugiere mejorar el proceso de molienda de la cáscara para adquirir tamaños de partículas más finas y con mayor contenido de CaO_3 .

Como material sustituto del cemento, la cáscara de huevo actúa de forma efectiva, pero el rango determinado según los antecedentes es del 5% PCH como término inferior y del 15% PCH como término superior, pero no se recomienda substituir más de lo especificado porque afectará las características físicas y mecánicas del concreto.

REFERENCIAS

- [1] T. Praveenkuma, M. Vijayalakshmi and M. Meddah, "Strengths and durability performances of blended cement concrete with TiO₂ nanoparticles and rice husk ash," *Construction and Building Materials*, vol. 217, pp. 343-351, 2019.
- [2] K. Nandhini y J. Karthikeyan, «Effective utilization of waste eggshell powder in cement mortar,» *Materials Today: Proceedings*, vol. 61, pp. 428 - 432, 2022.
- [3] A. Bedoya y V. Monica, «Usos potenciales de la cáscara de huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*): una revisión sistemática,» vol. 12, nº 2, 2020.
- [4] B. Chong, R. Othman, P. Ramadhansyah, S. Doh and X. Li, "Properties of concrete with eggshell powder: A review," *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, vol. 120, 2020.
- [5] S. Aina, B. Du Plessis, V. Mjimba and H. Brink, "Eggshell Valorization: Membrane Removal, Calcium Oxide Synthesis, and Biochemical Compound Recovery towards Cleaner Productions," *Biointerface Research in Applied Chemistry*, vol. 12, no. 5, pp. 5870 - 5883, 2021.
- [6] E. Ferraz, J. Gamelas, J. Coroado, C. Monteiro and F. Rocha, "Eggshell waste to produce building lime: calcium oxide reactivity, industrial, environmental and economic implications," *Materials and Structures*, no. 115, 2018.
- [7] N. Sathiparan, «Utilization prospects of eggshell powder in sustainable construction material – A review,» *Construction and Building Materials*, vol. 293, 2021.
- [8] N. Shiferaw, L. Habte, T. Thriveni and J. Ahn, "Effect of eggshell powder on the hydration of cement paste," *Materials*, vol. 12, no. 15, 2019.
- [9] J. Gautron, C. Dombre, F. Nau, C. Feidt and L. Guillier, "Review: Production factors affecting the quality of chicken table eggs and egg products in Europe," *Animal*, vol. 16, no. 1, p. 100425, 2022.

- [10] J. J. Diaz Alayo y J. S. Rodriguez Reyna, «Mejoramiento de la resistencia de un concreto f'c 210 kg/cm², sustituyendo el 10% de arena gruesa por polvo de roca granito de la cantera de Talambo en la ciudad de Chepen – la Libertad,» 2019.
- [11] SIEA, "Boletín sobre producción y comercialización-avícola- AGOSTO," 2022.
- [12] S. SalehAli, R. Chiranjeevi, K. Kiran and J. Adams, "Experimental Study on Mechanical Properties of Concrete by partial replacement of Cement with Eggshell Powder for Sustainable Construction," *Materials Today: Proceedings*, 2022.
- [13] Y. Hock , K. L. Siong , L. Yee , K. Ming and H. Jee, "Absorption and strength properties of lightweight foamed concrete with egg shell powder as partial replacement," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 476, no. 1, 2020.
- [14] S. Hama, «Improving Mechanical Properties of Lightweight Porcelanite Aggregate Concrete Using Different Waste Material,» *International Journal of Sustainable Built Environment*, vol. 6, nº 1, pp. 81-90, 2017.
- [15] N. Ahmed , F. Ahmed , M. Jawaduddin and Z. Zardari, "Analysis of eggshell powder as a partial replacing material in concrete," *International Journal of Modern Research in Engineering & Management*, vol. 2, no. 9, pp. 22-31, 2019.
- [16] O. Rokiah, M. Khairunisa, B. Chong, Y. C. Chek, D. Youventharan, R. P. Jaya, S. I. Doh y A. Mohd, «Compressive Strength of Concrete containing Eggshell Powder as Partial Cement Replacement,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 682, nº 1, p. 012031, 2021.
- [17] S. K. Lim, Y. L. Lee, J. H. Lim y H. Y. Tiong, «Engineering Properties of 1200 kg/m³ Lightweight Foamed Concrete with Egg Shell Powder as Partial Replacement Material of Cement,» *Web de conferencias E3S*, vol. 65, nº 10, p. 02010, 2018.
- [18] A. A. Alazeem, M. A. Elmatty, M.-. Aziz and Y. A. Ahmed, "Effect Of Eggshell Powder On The Behavior Of Axially And Eccentrically Loaded Columns," *Journal of*

Mechanical and Civil Engineering, vol. 17, no. 5, pp. 2278-1684, 2020.

- [19] J. Ashfaque Ahmed , S. Samiullah , M. Muhammad Jaffar , K. B. Nadeem-ul- and M. Darya, "Eggshell powder as partial cement replacement and its Effect on the workability and compressive strength of concrete," *International Journal of Advanced and Applied Sciences*, vol. 6, no. 9, pp. 71-75, 2019.
- [20] Y. T. Yeong, I. D. Shu and C. C. Siew, "Eggshell as a partial cement replacement in concrete development," *Magazine of Concrete Research*, vol. 70, no. 13, pp. 662-670, 2018.
- [21] Y. T. Hok , K. L. Siong , L. L. Yee , F. O. Chuan and M. K. Tejo , "Environmental impact and quality assessment of using eggshell powder incorporated in lightweight foamed concrete," *Construction and Building Materials*, vol. 244, 2020.
- [22] D. Hamdullah , S. Hama and M. Yaseen , "Effect of eggshell waste powder on impact resistance and bond characteristics of reinforced concrete," *Key Engineering Materials*, vol. 870, pp. 21-28, 2020.
- [23] V. Gunalaan y C. W. Seah , «Utilisation of Eggshell Powder (ESP) as Partial Replacement of Cement Incorporating Superplasticizer,» de *2020 4th International Conference on Materials Engineering and Nano Sciences (ICMENS) 13-15 March 2020, Pattaya, Thailand, 2020*.
- [24] Y. I. Mohd y N. Z. Muhammad , «Eggshell as the partial replacement of Portland cement in the production of concrete,» de *4th International Conference on Construction and Building Engineering & 12th Regional Conference in Civil Engineering (ICONBUILD & RCCE 2019) 20-22 August 2019, Langkawi, Malaysia, 2020*.
- [25] O. M. Ofuyatan, . A. G. Adeniyi, D. Ijje, J. O. Ighalo y J. O. Oluwafemi, «Development of high-performance self compacting concrete using eggshell powder and blast furnace slag as partial cement replacement,» *Construction and Building Materials*,

vol. 256, p. 119403, 2020.

- [26] N. Kannam , R. Vasudeva , R. Venkata and Akhilesh, "experimental study on M30 grade concrete with partial replacement of cement with egg shell powder," *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 9, no. 5, pp. 575-583, 2018.
- [27] S. M. Hama, D. N. Hamdullah and H. M. Ashour, "Effects of eggshell powder as partial replacement of cement on Flexural behavior of one-way concrete slabs," *Journal of Engineering Science and Technology*, vol. 15, no. 5, pp. 2509-2521, 2019.
- [28] A. D. Abdolkarim , «Effect of eggshell powder application on the early and hardened properties of concrete,» *Journal of Civil Engineering and Materials Application*, vol. 4, n° 4, pp. 209-221, 2020.
- [29] S. Sharmila y S. Devadoss, «Experimental study on properties of strength durability of concrete by partial replacement of cement with egg shell powder,» *International Journal of Civil Engineering and Technology*, vol. 9, n° 11, p. 3050–3058, 2018.
- [30] R. Othman , B. W. Chong , . R. P. Jaya, H. M. R. Mohd , A. M. M. Al Bakri and I. M. Wan , "Evaluation on the rheological and mechanical properties of concrete incorporating eggshell with tire powder," *Journal of Materials Research and Technology*, vol. 14, pp. 439 - 451, 2021.
- [31] I. Punyanich, A. Kongnoo y K. Kateungngan, «The Potential of Chicken Eggshell Waste as a Bio-filler Filled Epoxidized Natural Rubber (ENR) Composite and its Properties,» vol. 21, n° 1, p. 245–258, 2013.
- [32] J. Y. Camones Lock, «Resistencia de adoquines de concreto $f'c = 320$ kg/cm²,sustituyendo el cemento en 10% por la combinacion de ceniza de bagazo de cebada y cascara de huevo,» Huaraz, 2018.
- [33] M. A. Reyes Chaupis, «Resistencia a compresión de un concreto $f'c = 210$ kg/cm²

al sustituir al cemento en 4%, 6% y 8% por cascara de huevo,» 2019.

- [34] D. Castro y A. Jhon , «Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210$,280,350kg/cm² sustituyendo material cementicio por cascara de huevo,» 2019.
- [35] S. Matías Quispe, «Resistencia de un concreto $F'C=210$ kg/cm² sustituyendo el 10% y 16% de cemento por una combinación de cascara de huevo y ceniza de hoja de eucalipto.,» 2018.
- [36] E. R. Alvarado Gilvonio, «Análisis del estado plástico y endurecido del concreto usando aditivo superplastificante y la cascara de huevo molido en concretos con hormigón,» 2019.
- [37] A. Baldeon y A. Quispe , «Resistencia del concreto $F`c$ 210 kg/cm², sustituyendo el 15% y 25% del cemento por cáscara de huevo y cal, Nuevo Chimbote, Ancash-2020,» 2020.
- [38] J. C. Saldaña Cabanillas, «Resistencia a la compresión y permeabilidad de mortero sustituyendo el cemento en 10% y 20% por polvo de cáscara de huevo y ceniza de cáscara de arroz,» 2019.
- [39] V. R. Jaimes Acuña, «Resistencia de adoquines de concreto $F`C = 320$ Kg/Cm², sustituyendo el cemento en 15% y 30% por una combinación de cáscara de huevo y vidrio molido,» 2019.
- [40] P. Cayán y J. Valladares , «Evaluación de la Resistencia del Ladrillo de Concreto, por Sustitución Parcial del Cemento por Cáscara de Huevo y Zeolita, Chimbote - 2021,» Lima, 2021.
- [41] E. Mondragón , «Influencia de la fibra de poliestireno en las propiedades físicas y mecánicas,» Pimentel-Perú, 2020.
- [42] H. Cruzado y B. Rivera , «Influencia de tipos de incorporador de aire sobre el asentamiento, aire total, absorción, peso unitario y compresión del concreto a bajas

- temperaturas,» Trujillo-Perú, 2019.
- [43] L. Loya, «Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017,» 2018.
- [44] N. E.060, «Concreto armado,» 2020. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>.
- [45] M. Mastropietro, El hormigon para arquitectos, Ediciones de la U, 2019.
- [46] T. Harmsen, Diseño de estructuras de concreto armado, 3ra ed., Fondo Editorial PUCP , 2002.
- [47] E. Pasquel, Tópicos de tecnología de concreto en el Perú, 2da ed., Lima, 1998.
- [48] B. Guido, «Elaboración de concreto de alta resistencia incorporando partículas residuales del chancado de piedra de la cantera Talambo, Chepén,» 2018.
- [49] N. Varas y Y. Villanueva , «Análisis comparativo de los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto F´C 210 kg/cm² del cemento Pacasmayo y Qhuna,» Trujillo- Perú, 2017.
- [50] C. WP, «CEMENTO WP Portland Tipo I,» 12 febrero 2020. [En línea]. Available: http://cementowp.me/pdf/Cemento_WP_Tipo1_ficha_tecnica.pdf.
- [51] M. A. Acosta, «SCRIBD,» 27 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/423311793/Ficha-Tecnica-Cemento-Qhuna-1>.
- [52] E. Ayuque , «Propiedades del concreto en estado fresco Y endurecido utilizando segmentos comerciales en la ciudad de Huancavelica,» 2019.
- [53] D. Goicochea, «Análisis comparativo del comportamiento del concreto dosificado, mezclado y envasado en seco para un f´c=280 kg/cm², con el concreto normal elaborado en obra,» 2018.
- [54] NTP 400.037, «AGREGADOS. Agregados para concreto. Especificaciones,» 2021.

- [55] E. Rivva, *Naturaleza y Materiales del Concreto*, 2004.
- [56] M. Mamlouk y J. Zaniewski, *Materiales para ingeniería civil*, 2da ed., Madrid: Pearson, 2009.
- [57] D. Flores, «Aditivos para el concreto,» 6 agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/#:~:text=Los%20aditivos%20son%20qu%C3%ADmicos%20que,del%20uso%20de%20buenos%20materiales..>
- [58] M. Ricardo , *el concreto fundamentos y nuevas tecnologías*, Corona, 1999.
- [59] L. Aguirre, «Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido,» *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 2018.
- [60] L. M. Pacheco , «Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido,» Moquegua - Perú, 2017.
- [61] F. Benito, C. Parra, M. Valcuende, I. Miñano y C. Rodriguez, «Método para cuantificar la segregación en hormigones autocompactantes,» *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, vol. 6, nº 2, pp. 48-63, 2015.
- [62] K. Masias, «Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso,» Piura , 2018.
- [63] E. Rivva, *Naturaleza y materiales del concreto*, Lima, 2000.
- [64] M. A. Gabalec, «Tiempo de fraguado del hormigon,» Buenos Aires - Argentina, 2008.
- [65] A. Aristizabal y M. Manrique, *Ensayos y propiedades de los materiales*, Editorial Pontificia Universidad Javeriana, 2017.
- [66] H. Ghayeb, H. Razak, N. Sulong, A. Hanoon, F. Abutaha, H. Ibrahim y M. Alnahhal, «Predicting the mechanical properties of concrete using intelligent techniques to reduce CO2 emissions,» *Materiales De Construcción*, 2019.
- [67] R. Oviedo , *Diseño sismoresistente de edificaciones de concreto armado*, Oviedo

- ingeniería EIRL, 2016.
- [68] G. Ottazzi, «Material de Apoyo para la Enseñanza de los Cursos de Diseño y,» Lima-Perú, 2004.
- [69] J. McCormac y R. Brown, Design of Reinforced Concrete, Ninth ed., John Wiley & Sons, 2013.
- [70] Civilgeeks, «Resistencia a la flexión del concreto,» 18 marzo 2011. [En línea]. Available: <https://civilgeeks.com/2011/03/18/resistencia-a-la-flexion-del-concreto/>.
- [71] A. Soro, Resistencia de materiales y teoría de estructuras, Editorial Universidad de Burgos, 2018.
- [72] F. Lamus Báez, Concreto reforzado : fundamentos, Primera ed., Ecoe Ediciones, 2015.
- [73] M. Araneda, «Huevos y derivados. Composición y propiedades,» 3 mayo 2022. [En línea]. Available: <https://www.edualimentaria.com/huevos-composicion-y-propiedades>.
- [74] Cladan, «La producción mundial de huevos continúa aumentando,» 1 julio 2020. [En línea]. Available: <https://cladan.com.ar/publicaciones/noticias/la-produccion-mundial-de-huevos-continua-aumentando>.
- [75] Meritxell, «La cáscara de huevo y sus propiedades,» 2 abril 2019. [En línea]. Available: <https://blog.hola.com/farmaciameritxell/2019/04/la-cascara-del-huevo-y-sus-propiedades-en-la-salud.html>.
- [76] A. Rodriguez , «La cáscara de huevo: estructura, formación & qué factores afectan a su calidad,» *Avinews*, 2021.
- [77] Ministerio de agricultura, Ganadería y Pesca, Manual de carnes y huevo, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina, 2018.
- [78] E. Dia, «Derribando mitos: Huevos colorados o blancos, ¿cuál es mejor y qué características tienen?,» *El Dia (online)*, 12 Agosto 2021.

- [79] S. Sathvik , A. Edwin , A. Basnett , P. Sharma y J. Carmicheal , «Experiment of partial replacement of egg shell powder and coconut fibre in concrete,» *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*, vol. 8, nº 6, 2019.
- [80] R. Soler y J. Bueso , «Análisis de las alteraciones de la cáscara del huevo de gallina,» *Revista Iberoamericana Interdisciplinar de Métodos, Modelización y Simulación*, vol. 10, pp. 137-147, 2017.
- [81] M. D'Aquino y V. Barron, *Proyectos y metodologías de la investigación*, Editorial Maipue, 2020.
- [82] R. Hernández y C. Mendoza, *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa y mixta*, Mexico: McGRAW-HILL INTERAMERICANA, 2018.
- [83] C. Fresno, *Metodología de la investigación: Así de fácil*, Argentina: El Cid Editor, 2019.
- [84] S. Palella y F. Martins, *Metodología de la investigación cuantitativa*, 1ª reimpresión ed., Caracas: FEDUPEL, 2012.
- [85] V. Niño, *Metodología de la investigación: Diseño, ejecución e informe*, Segunda ed., Ediciones de la U, 2019.
- [86] G. Intriago, G. Camacho, M. Sanchez , D. Carpio y A. Mendiburu, *Metodología de la investigación educativa retos y perspectivas*, Editorial Edacun, 2019.
- [87] C. Bernal , *Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*, 3ra edición ed., Pearson Educación, 2010.
- [88] Á. Cea, *Fundamentos y aplicaciones en metodología cuantitativa*, Síntesis, 2012.
- [89] G. Baena, *Metodología de la investigación. Serie integral por competencias*, 3ra edición ed., Grupo Editorial Patria, 2017.
- [90] M. Monroy y N. Nava, *Metodología de la investigación*, Mexico: Grupo Editorial Exodo, 2018.

- [91] NTP 400.017, «AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados,» INACAL, 2020.
- [92] NTP 339.185, «AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. 3a Edición,» INACAL, 2021.
- [93] NTP 400.012, «AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso. Método de ensayo. 4a Edición,» INACAL, 2021.
- [94] NTP 400.022, «AGREGADOS. Determinación de la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Método de ensayo. 4a Edición,» INACAL, 2021.
- [95] NTP 400.017, «AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados,» INACAL, 2020.
- [96] NTP 400.021, «AGREGADOS. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.,» INACAL, 2020.
- [97] NTP 334.005, «CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Pórtland,» INACAL, 2018.
- [98] NTP 339.046, «CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 3a Edición,» INACAL, 2019.
- [99] NTP 339.080, «CONCRETO. Método de ensayo para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco. Método de presión. 3ª Edición,» INACAL, 2017.
- [100] NTP 339.035, «CONCRETO. Medición del asentamiento del concreto de cemento hidráulico. Método de ensayo. 5ª Edición,» INACAL, 2022.

- [101] NTP 339.184, «CONCRETO. Determinación de la temperatura del concreto de cemento hidráulico recién mezclado. Método de ensayo. 3a Edición,» INACAL, 2021.
- [102] NTP 339.034, «CONCRETO. Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo. 5a Edición,» INACAL, 2021.
- [103] NTP 339.078, «CONCRETO. Determinación de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios de la distancia entre apoyos. Método de ensayo. 4ª Edición,» INACAL, 2022.
- [104] NTP 339.084, «CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción indirecta del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica. 4ª Edición,» INACAL, 2022.
- [105] ASTM C 469, «Standard Test Method for Static Modulus of Elasticity and Poisson's Ratio of Concrete in Compression,» 2014.
- [106] C. C. Siew , Y. T. Yeong and I. D. Shu , "Eggshell as a partial cement replacement in concrete development," *Magazine of Concrete Research*, vol. 70, no. 13, pp. 662-670, 2017.
- [107] [I. Carhuancho, L. Sicheri, F. Nolzco, M. Guerrero y K. Casana, Metodología para la investigación holística, Universidad Internacional del Ecuador, 2019.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA: TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	
<p>Formulación del problema</p> <p>¿Cuáles serán los efectos producidos en las propiedades mecánicas del concreto al sustituir el 3, 5, 8 y 10% de cemento por polvo de cáscara de huevo?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar las características mecánicas del concreto sustituyendo el cemento por polvo de cascara de huevo.</p> <p>Objetivo Especifico</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar las características físicas de los agregados pétreos. 2. Determinar las características mecánicas del concreto patrón 210 kg/cm² y 280 kg/cm². 3. Determinar las características mecánicas del concreto 210 kg/cm² y 280 kg/cm² con la sustitución 3% ,5%, 8% y 10% de polvo de cáscara de huevo. 4. Determinar la cantidad optima del polvo de cascara de huevo. 5. Determinar las características químicas del polvo de cascara de huevo. 	<p>Hipótesis general</p> <p>Si se reemplaza cantidades de cemento en proporciones de 3, 5, 8 y 10% por polvo de cáscara de huevo, se obtendrá un concreto con un mejor desempeño en sus propiedades mecánicas.</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Polvo de cáscara de huevo</p> <p>Variable dependiente</p> <p>Propiedades físicas y mecánicas del concreto</p>	<p>Tipo</p> <p>Aplicativa</p> <p>Enfoque</p> <p>Cuantitativa</p> <p>Diseño</p> <p>Experimental</p> <p>Cuasi experimental</p> <p>Nivel</p> <p>Explicativo</p> <p>Población</p> <p>Conformada por todos los concretos ensayados en el laboratorio.</p> <p>Muestra</p> <p>200 elementos cilíndricos (para compresión, tracción y módulos elásticos) y 100 prismáticos para resistencia a flexión del concreto.</p> <p>Muestreo</p> <p>No probabilístico</p>	<p>Técnicas de Recolección:</p> <p>Observación y Análisis documental</p> <p>Instrumentos</p> <p>Formato de ensayo de laboratorio</p> <p>Libros, normas internacionales y nacionales, tesis internacionales, tesis nacionales y tesis locales, artículos</p>

ANEXO 2. Ensayo de laboratorio de los agregados finos y gruesos

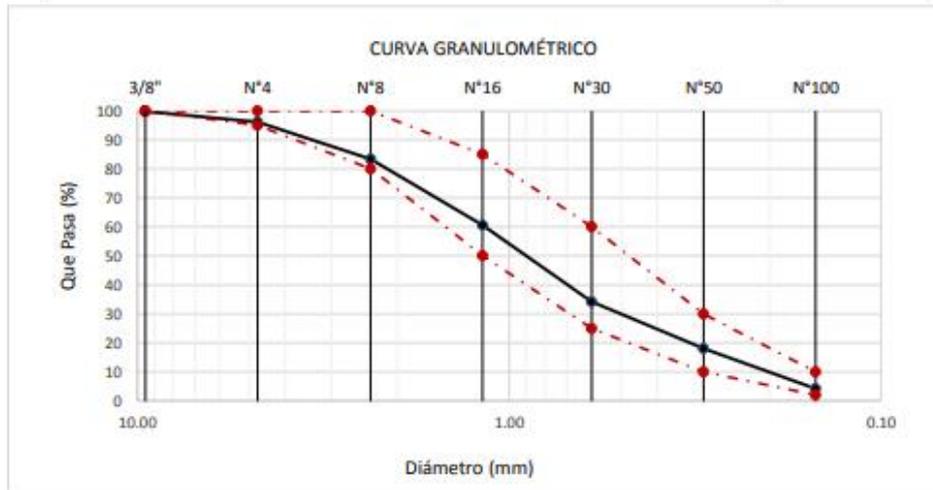
Análisis granulométrico - La Victoria



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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Domingo, 17 abril del 2022
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
NORMA : N.T.P. 400.012
Muestra : Arena Gruesa **Cantera** : La Victoria - Pátapo

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.2	0.2	99.8	100
Nº 4	4.750	3.6	3.8	96.2	95 - 100
Nº 8	2.360	12.8	16.6	83.4	80 - 100
Nº 16	1.180	22.8	39.5	60.5	50 - 85
Nº 30	0.600	26.4	65.9	34.1	25 - 60
Nº 50	0.300	16.0	81.9	18.1	10 - 30
Nº 100	0.150	13.9	95.8	4.2	2 - 10
MÓDULO DE FINEZA					3.04



Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado 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

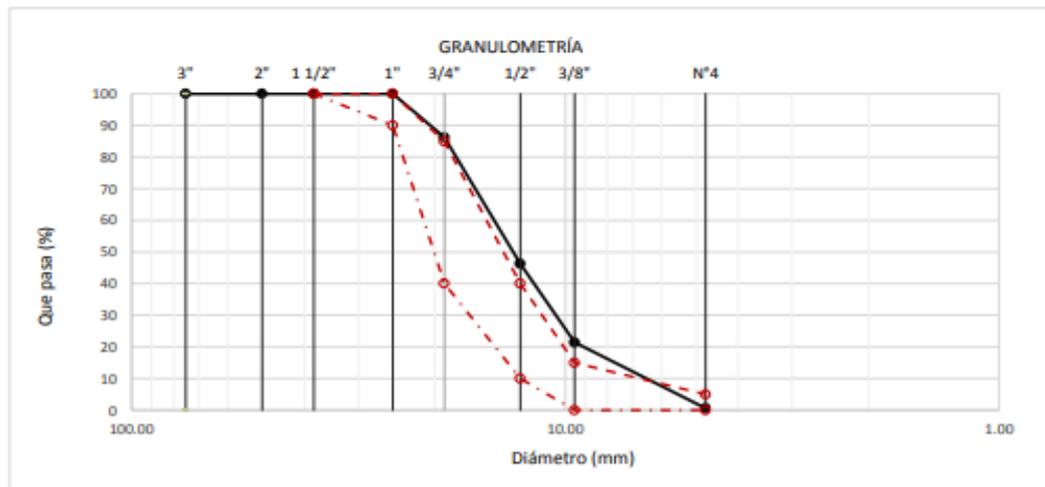
Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

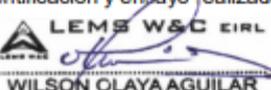
Cantera : La Victoria -Pátapo

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
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	13.8	13.8	86.2	40 - 85
1/2"	12.70	39.9	53.7	46.3	10 - 40
3/8"	9.52	24.9	78.6	21.4	0 - 15
N°4	4.75	20.8	99.4	0.6	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado 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

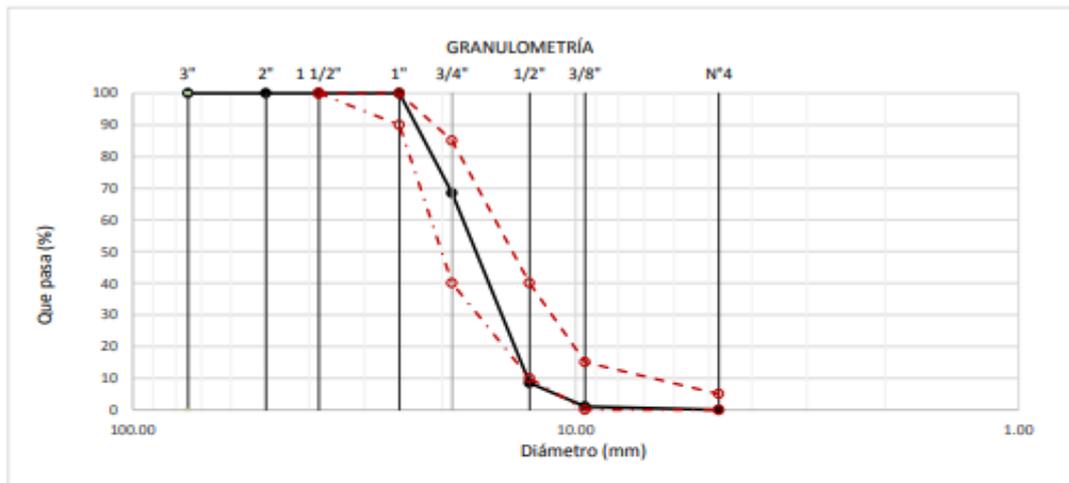
Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

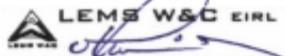
Cantera : Pacherras

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 56
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	31.6	31.6	68.4	40 - 85
1/2"	12.70	59.9	91.5	8.5	10 - 40
3/8"	9.52	7.5	99.0	1.0	0 - 15
N°4	4.75	1.0	100.0	0.0	0 - 5

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	3/4"
------------------------------	-------------


OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado 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

Análisis granulométrico - Castro I



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

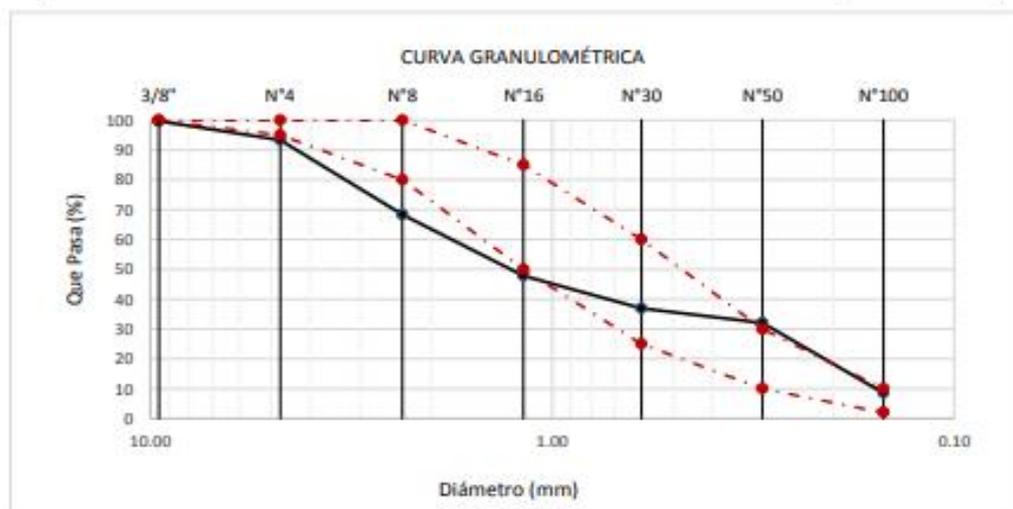
Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"

Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012

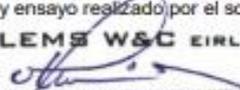
Muestra : Arena Gruesa Cantera : Castro I - San Nicolás

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	0.3	0.3	99.7	100
Nº 4	4.750	6.3	6.6	93.4	95 - 100
Nº 8	2.360	25.1	31.7	68.3	80 - 100
Nº 16	1.180	20.5	52.2	47.8	50 - 85
Nº 30	0.600	10.8	63.0	37.0	25 - 60
Nº 50	0.300	4.9	67.9	32.1	10 - 30
Nº 100	0.150	23.5	91.4	8.6	2 - 10
MÓDULO DE FINEZA					3.13



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

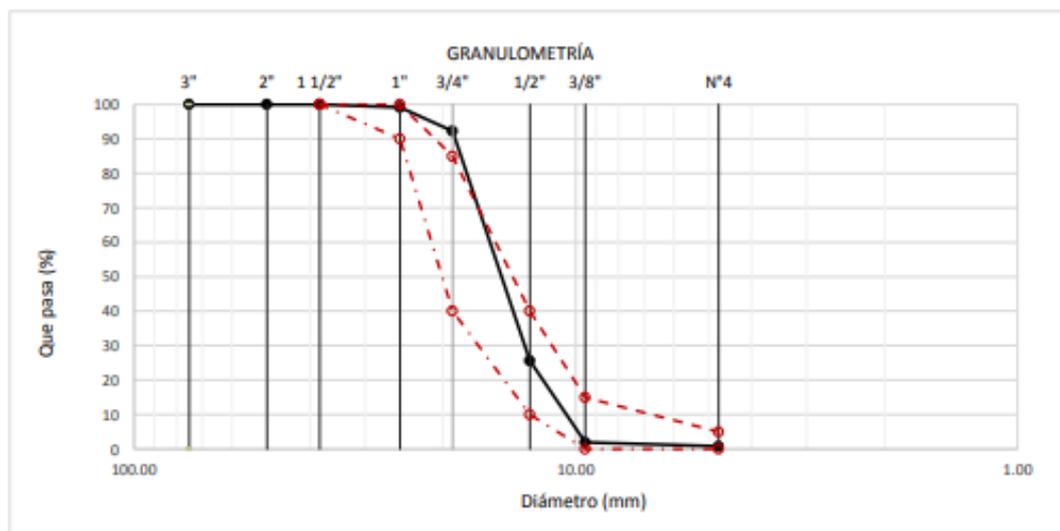
Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

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 : Castro I - San Nicolás

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.8	0.8	99.2	90 - 100
3/4"	19.00	6.9	7.7	92.3	40 - 85
1/2"	12.70	66.7	74.4	25.6	10 - 40
3/8"	9.52	23.7	98.1	1.9	0 - 15
N°4	4.75	1.1	99.2	0.8	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

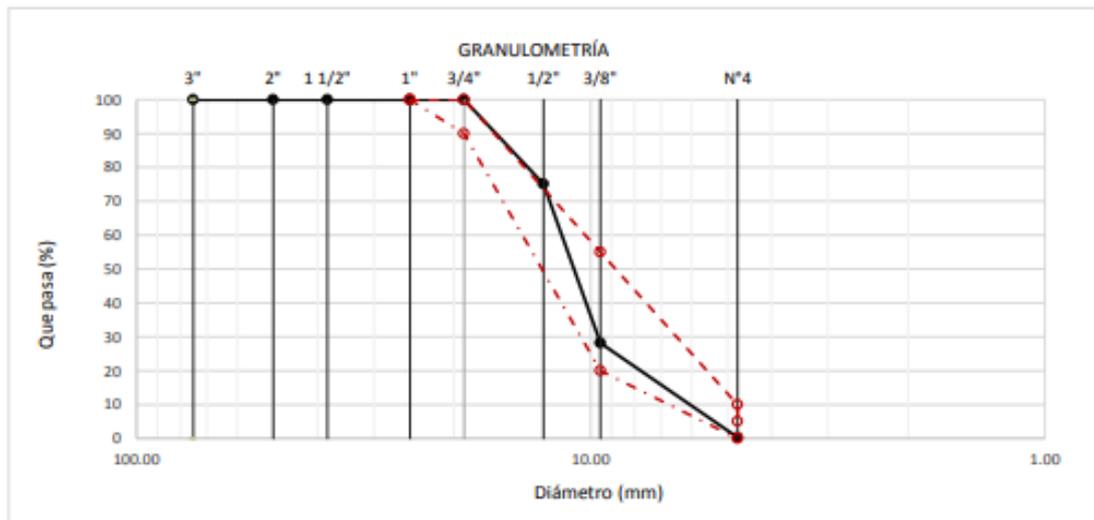
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada

Cantera : Tres Tomas - Bomboncito

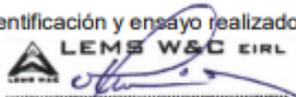
Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO 67
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
1/2"	12.70	24.9	24.9	75.1	-
3/8"	9.52	47.0	71.9	28.1	20 - 55
N°4	4.75	27.8	99.7	0.3	0 - 10

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1/2"
------------------------------	-------------



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado 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

Peso unitario y contenido de humedad - La victoria



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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022
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

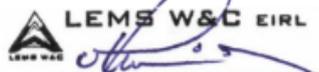
Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Pátapo- La Victoria

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1490
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1471
Contenido de Humedad	(%)	1.33
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1654
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1632
Contenido de Humedad	(%)	1.33

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Sábado, 16 de abril del 2022.
 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

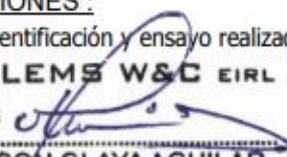
Cantera: La Victoria- Pátapo

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1530.38
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1525.17
Contenido de Humedad	(%)	0.34

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1664.14
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1658.47
Contenido de Humedad	(%)	0.34

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
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Peso unitario y contenido de humedad - Pacherez



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sábado, 16 de abril del 2022.
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

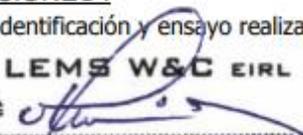
Cantera: Pacherez - Pucalá

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1666.04
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1650.48
Contenido de Humedad	(%)	0.94

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1828.36
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1811.28
Contenido de Humedad	(%)	0.94

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

Peso unitario y contenido de humedad - Castro I



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sábado, 16 de abril del 2022.
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

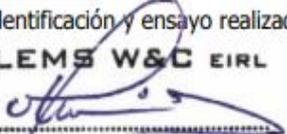
Cantera: Castro I - San Nicolás

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1673.85
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1652.60
Contenido de Humedad	(%)	1.29

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1896.45
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1872.38
Contenido de Humedad	(%)	1.29

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Sábado, 16 de abril del 2022.
 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

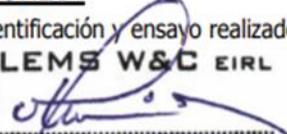
Cantera: Castro I - San Nicolas

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1445.20
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1438.21
Contenido de Humedad	(%)	0.49

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1583.35
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1575.69
Contenido de Humedad	(%)	0.49

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

Peso unitario y contenido de humedad - Tres Tomas



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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Sábado, 16 de abril del 2022.
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

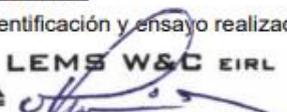
Cantera: Tres Tomas - Bomboncito.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1564.07
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1531.72
Contenido de Humedad	(%)	2.11

Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1782.76
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1745.90
Contenido de Humedad	(%)	2.11

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Sábado, 16 de abril del 2022.
 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

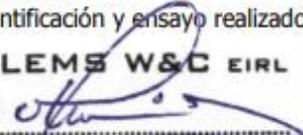
Muestra : Arena Gruesa

Cantera: Tres Tomas - Bomboncito.

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1448.62
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1440.42
Contenido de Humedad	(%)	0.57
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1566.26
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1557.40
Contenido de Humedad	(%)	0.57

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

Peso específico y absorción - La Victoria



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

INFORME

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022

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

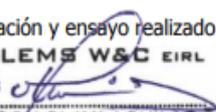
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Pátapo- La Victoria

1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.581
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.141

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. 1 de 1

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

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

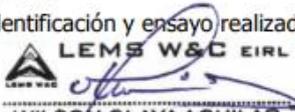
Muestra: Piedra Chancada

Cantera: La VictoriaI - Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.521
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.346

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Peso específico y absorción - Pacherez



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirf@gmail.com

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

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 Guesa

Cantera : Pacherez- Pucalá

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.545
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.510

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. 1 de 1

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022

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: Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.668
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.331

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

Peso específico y absorción - Castro I



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

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE
HUEVO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

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 : Castro I - San Nicolás

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.593
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.847

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. 1 de 1

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

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: Castro I - San Nicolas

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.509
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.830

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado 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

Peso específico y absorción - Tres Tomas

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

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

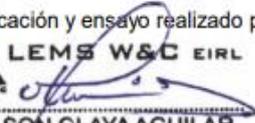
Muestra : Arena Gruesa

Cantera : Tres Tomas - Bomboncito

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.545
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.515

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. 1 de 1

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de ensayo : Domingo, 17 de abril del 2022.

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: Tres Tomas - Bomboncito

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.242
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.554

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

ANEXO 3 Ensayo de laboratorio del cemento Portland

Peso específico del cemento



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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto : **TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE
HUEVO**
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de emisión : Miércoles, 06 de abril del 2022
ENSAYO : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento
Pórtland
NORMA : NTP 334.005

Muestra **Cemento Portland Tipo I- Qhuna** EMPRESA **GRUPO SAN ANTONIO**

Masa de Cemento Portland Tipo GU	(gr)	65.00
Vol.inicial kerosene	(ml)	0
Vol.final desplazado kerosene	(ml)	21.70
densidad Cemento	(g/ml)	2.995

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

ANEXO 4 Ensayo de laboratorio del Polvo de cascara de huevo

Peso específico del polvo de cascara de huevo



Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Chiclayo – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto : **TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA
DE HUEVO**
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de emisión : Miercoles, 06 de abril del 2022
ENSAYO : CEMENTOS. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad del cemento
Pórtland
NORMA : NTP 334.005

Muestra **Polvo de Cascara de Huevo (PCH)**

Masa Polvo de Cáscara de Huevo	(gr)	57.00
Vol.inicial kerosene	(ml)	0
Vol.final desplazado kerosene	(ml)	23.30
densidad Polvo de Cáscara de Huevo	(g/ml)	2.446

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Composición química polvo de cáscara de huevo



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO

IE-230522-03

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY
1.2 RUC/DNI : 77355750
1.3 Institución : UNIVERSIDAD DE SIPÁN

2. FECHAS

2.1 Inicio : 24 de mayo del 2022
2.2 Fin : 02 de junio del 2022
2.3 Emisión de informe : 03 de junio del 2022

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20,0 °C
3.2 Humedad Relativa : 54.5 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1 Ensayo solicitado / Método o Técnica utilizada : Composición Química (Fases) / Difracción de rayos X

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

5.1 Código de Muestra : S-3959
5.2 Tipo de Muestra : Muestra inorgánica
5.3 Descripción : Polvo de cáscara de huevo usando la malla 200
5.4 Estado : Sólido
5.5 Presentación : Pulverizado
5.6 Muestreo : Muestreado por el Cliente

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

6. RESULTADOS

6.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: Difractómetro de rayos X - Bruker
- Posición inicial [$^{\circ}2\theta$]: 5.0109
- Posición Final [$^{\circ}2\theta$]: 79.9869
- Tamaño de paso [$^{\circ}2\theta$]: 0.0220
- Material del ánodo: Co
- Tipo de longitud de onda prevista: K-Alpha

TABLA N° 2: RESULTADOS OBTENIDOS

Nombre del componente identificado	Código de Referencia	Fórmula Química	Unidad	Resultado
Calcite	96-901-6707	$\text{Ca}_{1.00}\text{C}_{1.00}\text{O}_{1.80}$	%	100.0
Calcite	96-901-4892	$\text{Ca}_{1.00}\text{C}_{1.00}\text{O}_{1.80}$	%	0.0

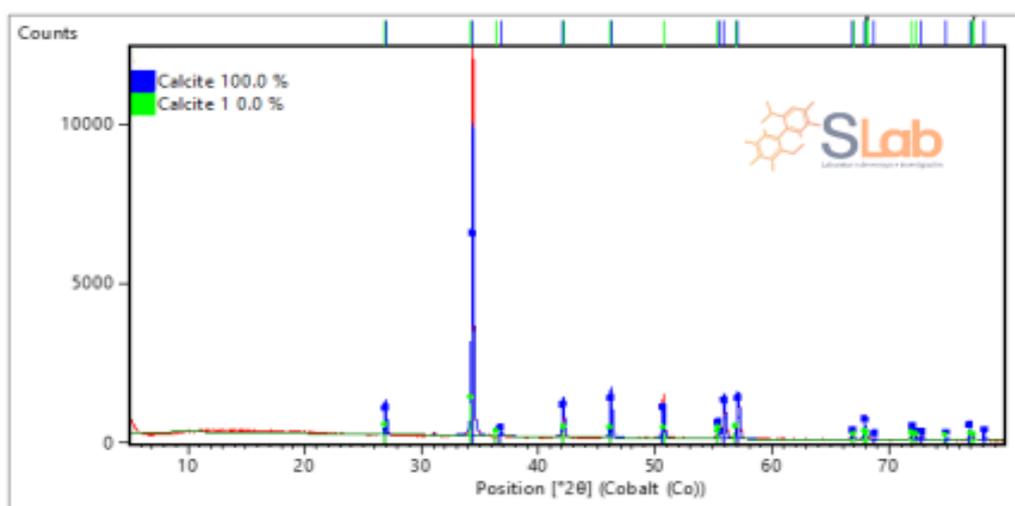


Figura N°1: Difractograma de la muestra

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


 DIEGO ROMANO VERGARAY GARRIGO
 QUÍMICO
 CQP. 1337

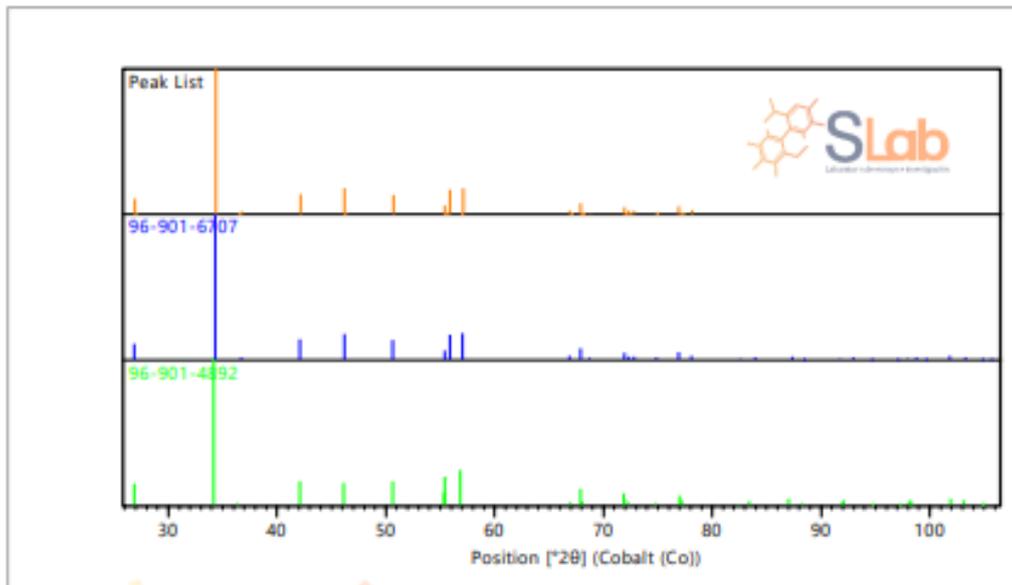


Figura N°2: Gráfico de las Fases Identificadas:

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

"FIN DEL DOCUMENTO"



DIEGO BORJANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

ANEXO 5 Ensayo del concreto en estado fresco

Peso unitario del concreto - 210 kg/cm²



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitante	: MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra	: TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo	: Lunes, 02 de mayo del 2022.
Ensayo	: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
Referencia	: N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Dias)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	CP-f'c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	2389

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO
 : SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo : Lunes, 02 de mayo del 2022.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	PCH-3%- f'c = 210 kg/cm2	210	02/05/2022	2386
02	PCH-5%- f'c = 210 kg/cm2	210	02/05/2022	2369
03	PCH-8%- f'c = 210 kg/cm2	210	02/05/2022	2359
04	PCH-10%- f'c = 210 kg/cm2	210	02/05/2022	2327

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado 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

Peso unitario del concreto - 280 kg/cm²



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

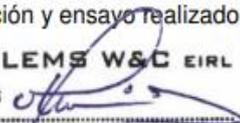
Email: lemswycerl@gmail.com

Solicitante	: MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra	: TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO : SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo	: Miercoles, 04 de mayo del 2022.
Ensayo	: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
Referencia	: N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Dias)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	CP-f'c = 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	2393

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante,


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



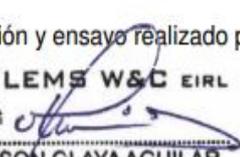
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante	: MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra	: TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación	: Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de Ensayo	: Miercoles, 04 de mayo del 2022.
Ensayo	: CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
Referencia	: N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	PCH-3%- f'c = 280 kg/cm2	280	04/05/2022	2382
02	PCH-5%- f'c = 280 kg/cm2	280	04/05/2022	2380
03	PCH-8%- f'c = 280 kg/cm2	280	04/05/2022	2374
04	PCH-10%- f'c = 280 kg/cm2	280	04/05/2022	2361

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

Contenido de aire del concreto - 210 kg/cm²



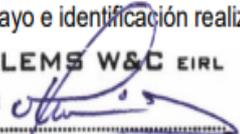
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de ensayo : Lunes, 02 de mayo del 2022.
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 ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	CP- f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	1.3

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


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



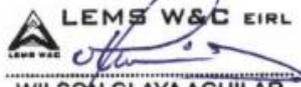
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
 SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de ensayo : Lunes, 02 de mayo del 2022.
 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 ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	PCH-3%- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	1.3
DM-02	PCH-5%- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	1.3
DM-03	PCH-8%- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	1.2
DM-04	PCH-10%- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	1.1

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




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




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Contenido de aire del concreto - 280 kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20480781334

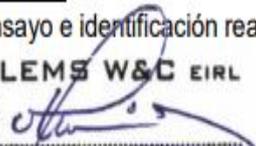
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022.
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 ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	PC- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	1.2

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


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



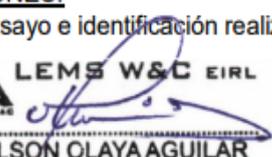
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
 SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA
 DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022.
 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 ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire (%)
DM-01	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	1.2
DM-02	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	1.2
DM-03	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	1.1
DM-04	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	1.0

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

Asentamiento del concreto - 210 kg/cm²



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

mail: servicios@lemswycseirl.co

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO
SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE
HIIFVO

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

Fecha de apertura : Lunes, 02 de mayo del 2022.

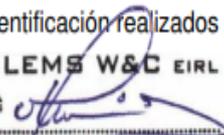
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del
concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PC- f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	3.67	9.80

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



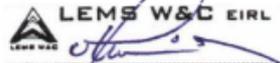
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de mayo del 2022.
 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 ²)	Fecha de vaclado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	4	10.01
DM-02	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	4	10.06
DM-03	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	4 1/3	11.00
DM-04	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	4 2/3	11.81

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

Asentamiento del concreto - 280 kg/cm²



RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5

Pimentel – Lambayeque

R.U.C. 20548885974

mail: servicios@lemswycseirl.co

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022.

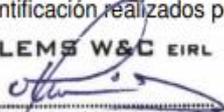
Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	CP- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	3 2/3	9.30

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 : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : : Miércoles, 04 de mayo del 2022.
 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 ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	3 5/7	9.40
DM-02	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	3 6/7	9.80
DM-03	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	3 8/9	9.91
DM-04	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	4	10.21

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

Temperatura del concreto- 210 kg/cm²



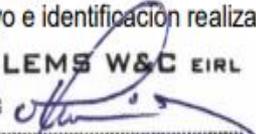
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Pimentel – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswyceirl@gmail.com

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de ensayo : Lunes, 02 de mayo del 2022.
 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'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	CP- f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30.0

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


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

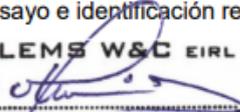

 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de ensayo : Lunes, 02 de mayo del 2022.
 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'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	PCH-3%- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	25.3
DM-02	PCH-5%- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	20.5
DM-03	PCH-8%- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	20.5
DM-04	PCH-10%- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	20.1

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

Temperatura del concreto - 280 kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

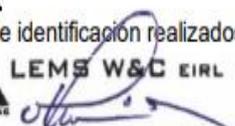
Email: lemswyceirt@gmail.com

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022.
 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 ²)	Fecha de vaclado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	CP- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	3 7/8	9.84

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 : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO
 Ubicación : : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022.
 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 ²)	Fecha de vaclado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido (pulg)	Obtenido (cm)
DM-01	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	4	10.16
DM-02	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	4 3/8	11.11
DM-03	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	4 1/2	11.43
DM-04	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	280	04/05/2022	4 5/8	11.75

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 6 Ensayo del concreto en estado endurecido

Resistencia a la compresión de concretos - 210 kg/cm²



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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes , 02 de mayo del 2022

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 Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	36403	15.21	182	200
02	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	37221	15.24	183	204
03	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	36812	15.23	182	202
04	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	38581	15.23	182	212
05	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	40295	15.21	182	222
06	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	39438	15.22	182	217
07	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	47424	15.22	182	261
08	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	47424	15.30	184	258
09	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	47296	15.30	184	257
10	PC- f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	47369	15.30	184	258

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022

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 f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	27649	15.21	182	152
02	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	33846	15.23	182	186
03	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	30748	15.21	182	169
04	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	39647	15.21	182	218
05	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	38027	15.18	181	210
06	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	38837	15.19	181	214
07	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	40128	15.26	183	220
08	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	44116	15.27	183	241
09	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	41325	15.27	183	226
10	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	42920	15.27	183	234

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022

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 f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	28858	15.27	183	158
02	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	31815	15.28	183	173
03	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	30336	15.27	183	166
04	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	36938	15.34	185	200
05	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	34631	15.20	182	191
06	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	35784	15.20	182	197
07	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	42456	15.26	183	232
08	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	44319	15.25	183	243
09	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	43760	15.26	183	239
10	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	43015	15.26	183	235

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022

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 Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	28856	15.17	181	160
02	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	24794	15.24	182	136
03	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	26825	15.24	182	147
04	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	30322	15.25	183	166
05	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	32912	15.21	182	181
06	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	31617	15.22	182	174
07	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	36931	15.31	184	201
08	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	36917	15.26	183	202
09	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	36927	15.29	184	201
10	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	36922	15.29	184	201

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



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



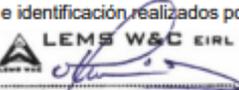
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Lunes , 02 de mayo del 2022
 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 Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	21746	15.22	182	119
02	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	25514	15.23	182	140
03	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	23630	15.23	182	130
04	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	29272	15.32	184	159
05	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	29661	15.30	184	161
06	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	29466	15.30	184	160
07	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	38695	15.29	184	211
08	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	36202	15.27	183	198
09	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	37947	15.27	183	207
10	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	36950	15.27	183	202

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

Resistencia a la compresión de concretos - 280 kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Miércoles , 04 de mayo del 2022
 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 Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	46383	15.21	182	255
02	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	50309	15.24	183	276
03	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	48346	15.23	182	266
04	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	52164	15.23	182	286
05	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	51581	15.21	182	284
06	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	51872	15.22	182	285
07	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	54040	15.22	182	297
08	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	60177	15.30	184	327
09	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	58335	15.30	184	317
10	CP- f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	55881	15.30	184	304

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

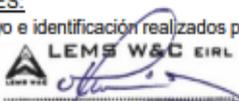


Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Miércoles, 04 de mayo del 2022
 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 f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	41578	15.21	182	229
02	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	39853	15.23	182	219
03	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	40716	15.21	182	224
04	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	47958	15.21	182	264
05	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	48342	15.18	181	267
06	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	48408	15.19	181	267
07	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	49904	15.26	183	273
08	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	48859	15.27	183	267
09	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	49435	15.27	183	270
10	PCH-3% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	48811	15.27	183	267

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Miércoles, 04 de mayo del 2022

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 f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	43404	15.27	183	237
02	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	38832	15.28	183	212
03	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	41575	15.27	183	227
04	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	46911	15.34	185	254
05	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	44430	15.20	182	245
06	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	47348	15.20	182	261
07	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	54252	15.26	183	297
08	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	48364	15.25	183	265
09	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	51308	15.26	183	281
10	PCH-5% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	49836	15.26	183	272

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

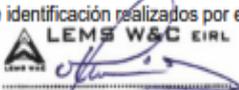
Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Miércoles, 04 de mayo del 2022

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 f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	41128	15.17	181	227
02	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	40886	15.24	182	224
03	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	41803	15.24	182	229
04	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	46179	15.25	183	253
05	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	42719	15.21	182	235
06	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	43653	15.22	182	240
07	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/05/2022	28	51427	15.31	184	279
08	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/05/2022	28	51213	15.26	183	280
09	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/05/2022	28	51363	15.29	184	280
10	PCH-8% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/05/2022	28	51277	15.29	184	279

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

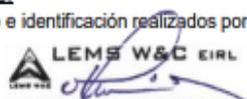
Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de vaciado : Miércoles , 04 de mayo del 2022

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 f'c	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f'c (Kg/Cm ²)
01	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	36415	15.22	182	200
02	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	38478	15.23	182	211
03	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	11/05/2022	7	37550	15.23	182	206
04	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	42894	15.32	184	233
05	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	43148	15.30	184	235
06	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	18/05/2022	14	43857	15.30	184	239
07	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	47472	15.29	184	258
08	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	44645	15.27	183	244
09	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	46175	15.27	183	252
10	PCH-10% - f'c= 280 kg/cm2	280	04/05/2022	01/06/2022	28	44445	15.27	183	243

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

Resistencia a la tracción de concretos - 280 kg/cm²



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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	53270	102	205	1.6	16.56
02	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	48380	102	205	1.5	15.06
03	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	09/05/2022	7	50825	102	205	1.5	15.78
04	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	61380	102	203	1.9	19.31
05	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	54580	102	203	1.7	17.13
06	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	16/05/2022	14	57980	102	204	1.8	18.11
07	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	78890	101	203	2.4	24.89
08	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	69050	102	203	2.1	21.71
09	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	75938	102	204	2.3	23.76
10	CP - f'c= 210 kg/cm2	210	02/05/2022	30/05/2022	28	72002	102	205	2.2	22.42

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022.

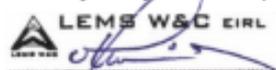
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f_c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	64790	101	202	2.0	20.65
02	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	49080	101	201	1.5	15.76
03	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	58935	101	202	1.8	18.19
04	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	66220	102	203	2.0	20.82
05	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	65420	100	206	2.0	20.57
06	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	65805	100	207	2.0	20.60
07	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	74120	102	203	2.3	23.28
08	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	70570	100	203	2.2	22.45
09	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	71635	100	204	2.2	22.75
10	PCH-3% - f_c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	73055	100	204	2.3	23.20

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado 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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	54840	101	202	1.7	17.48
02	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	41550	101	201	1.3	13.34
03	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	48185	101	202	1.5	15.39
04	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	56050	101	205	1.7	17.55
05	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	53570	101	204	1.6	16.81
06	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	54810	101	205	1.7	17.11
07	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	70890	101	204	2.2	22.26
08	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	64360	101	205	2.0	20.12
09	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	68931	101	206	2.1	21.45
10	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	66319	101	207	2.0	20.54

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	38370	101	202	1.2	12.23
02	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	42950	101	201	1.4	13.79
03	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	40660	101	202	1.3	12.99
04	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	52870	100	203	1.7	16.89
05	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	44890	101	206	1.4	13.95
06	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	48880	101	207	1.5	15.12
07	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	60930	102	205	1.9	18.94
08	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	62930	102	204	1.9	19.67
09	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	61570	102	204	1.9	19.25
10	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	62370	102	204	1.9	19.50

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado 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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022.

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.
 Referencia : N.T.P 339.084: 20102 (revusada el 2017)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (N)	d diámetro (mm)	l longitud (mm)	T (MPa)	T (Kg/cm ²)
01	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	39860	101	202	1.2	12.70
02	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	43760	101	201	1.4	14.05
03	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	09/05/2022	7	41810	101	202	1.3	13.36
04	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	45850	100	205	1.4	14.51
05	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	44940	100	204	1.4	14.33
06	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	16/05/2022	14	45395	100	204	1.4	14.47
07	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	63420	100	204	2.0	20.17
08	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	58000	100	204	1.8	18.39
09	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	61523	100	204	1.9	19.50
10	PCH-10% - f _c = 210 kg/cm ²	210	02/05/2022	30/05/2022	28	59355	100	204	1.8	18.81

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

Resistencia a la flexión de concretos - 210 kg/cm²



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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022

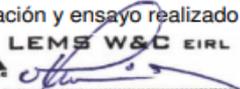
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

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)	M _t (Mpa)
01	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	23270	450	150	150	3.10
02	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	23180	450	150	151	3.07
03	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	23273	450	150	150	3.08
04	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	24540	450	150	151	3.23
05	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	24320	450	150	150	3.24
06	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	24419	450	150	151	3.23
07	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	29080	450	150	151	3.83
08	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	28000	450	150	150	3.71
09	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	28756	450	150	150	3.83
10	PC - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	28324	450	153	152	3.63

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 : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022

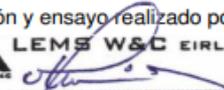
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

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)	M _t (Mpa)
01	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	23600	450	150	150	3.15
02	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	23500	450	150	151	3.11
03	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	21760	450	150	150	2.88
04	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	24800	450	150	151	3.26
05	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	24890	450	150	150	3.32
06	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	24245	450	150	151	3.20
07	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	25580	450	150	151	3.37
08	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	26620	450	150	150	3.53
09	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	25640	450	150	150	3.41
10	PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	26200	450	153	151	3.39

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 : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022

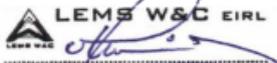
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

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)	M _t (Mpa)
01	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	19560	450	150	150	2.61
02	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	20180	450	150	151	2.67
03	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	20127	450	150	150	2.67
04	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	22870	450	150	151	3.01
05	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	21230	450	150	150	2.83
06	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	21425	450	150	151	2.83
07	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	25270	450	150	151	3.33
08	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	26720	450	150	150	3.54
09	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	25705	450	150	150	3.42
10	PCH-5% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	26285	450	159	152	3.22

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 : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022

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)	M _t (Mpa)
01	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	18850	450	150	150	2.51
02	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	19350	450	150	151	2.56
03	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	19120	450	150	150	2.53
04	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	22440	450	150	151	2.95
05	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	19480	450	150	150	2.60
06	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	20842	450	150	151	2.75
07	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	24440	450	150	151	3.22
08	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	24500	450	150	150	3.25
09	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	24482	450	150	150	3.26
10	PCH-8% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	24458	450	157	152	3.03

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 : MARQUINA IRIGOIN LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
: SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de vaciado : Lunes, 02 de mayo del 2022

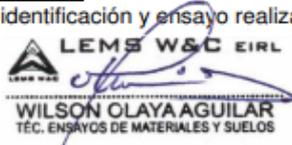
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

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)	M _t (Mpa)
01	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	18300	450	150	150	2.44
02	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	18850	450	150	151	2.49
03	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	18597	450	150	150	2.46
04	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	20260	450	150	151	2.66
05	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	21570	450	150	150	2.88
06	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	20967	450	150	151	2.77
07	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	23490	450	150	151	3.09
08	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	26270	450	150	150	3.48
09	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	24324	450	150	150	3.24
10	PCH-10% - f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	25436	450	157	153	3.12

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

Resistencia a la flexión de concretos - 280 kg/cm²



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

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO
SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de vaciado : Miercoles, 04 de mayo del 2022

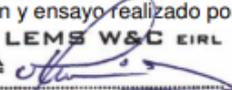
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

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)	M _t (Mpa)
01	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	26310	450	151	151	3.44
02	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	27990	450	151	151	3.66
03	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	27150	450	151	151	3.55
04	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	28910	450	151	151	3.78
05	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	29240	450	151	151	3.82
06	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	29075	450	151	151	3.80
07	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	31820	450	152	151	4.12
08	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	31790	450	152	152	4.10
09	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	31811	450	152	152	4.10
10	CP- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	31799	450	152	152	4.10

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de vaciado : Miércoles, 04 de mayo del 2022

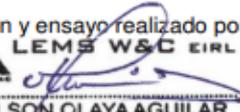
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

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)	M _t (Mpa)
01	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	23260	450	151	151	3.04
02	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	23510	450	152	151	3.05
03	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	23885	450	152	151	3.10
04	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	25470	450	155	154	3.13
05	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	25300	450	156	153	3.12
06	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	25675	450	156	153	3.16
07	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	27160	450	157	153	3.33
08	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	26820	450	155	152	3.38
09	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	26650	450	155	152	3.36
10	PCH-3%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	26420	450	155	152	3.33

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de vaciado : Miércoles, 04 de mayo del 2022

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)	M _t (Mpa)
01	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	22250	450	152	152	2.85
02	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	24800	450	152	152	3.18
03	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	23525	450	152	152	3.01
04	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	25510	450	152	151	3.31
05	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	25440	450	153	151	3.28
06	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	25340	450	153	151	3.27
07	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	26100	450	153	151	3.37
08	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	29280	450	153	153	3.68
09	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	26034	450	153	151	3.36
10	PCH-5%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	28067	450	153	153	3.53

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO
SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE
HIFVO

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

Fecha de vaciado : Miercoles, 04 de mayo del 2022

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.

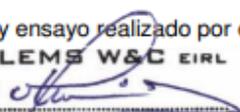
Referencia : N.T.P. 339.078:2012

DISEÑO PATRÓN (DM-01): para un diseño 280kg/cm2 sin factor de seguridad.

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	M _t (Mpa)
01	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	24120	450	152	152	3.09
02	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	25010	450	152	152	3.20
03	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	24574	450	152	152	3.15
04	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	28510	450	153	152	3.64
05	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	28600	450	158	152	3.54
06	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	28556	450	158	152	3.53
07	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	30650	450	155	153	3.81
08	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	29590	450	154	153	3.69
09	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	30311	450	154	153	3.78
10	PCH-8%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	29887	450	154	153	3.73

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY

Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO

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

Fecha de vaciado : Miércoles, 04 de mayo del 2022

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)	M _t (Mpa)
01	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	25190	450	156	160	2.85
02	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	25270	450	152	160	2.93
03	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	11/05/2022	7	25230	450	152	160	2.93
04	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	26610	450	156	150	3.42
05	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	26770	450	154	150	3.48
06	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	18/05/2022	14	27030	450	154	150	3.51
07	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	27790	450	152	154	3.49
08	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	29030	450	153	153	3.67
09	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	28230	450	153	153	3.56
10	PCH-10%- f'c= 280 kg/cm2	04/05/2022	01/06/2022	28	28500	450	153	153	3.60

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

Módulos de elasticidad de concretos - 210 kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios S0608589

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

Solicitante : MARQUINA, IRIGOIN LUIS ANTHONY
Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
Fecha de apertura : Lunes, 02 de mayo del 2022
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al
Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	200.41	80	9.29589	0.000455	174888	175451.16
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	204.91	82	8.71257	0.000473	174888	
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	202.66	81	8.61579	0.000460	176577	
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	211.29	85	34.84264	0.000319	184475	185917.12
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	220.68	88	37.74260	0.000319	187606	
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	215.98	86	36.39465	0.000319	185671	
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	257.68	103	50.05035	0.000309	204784	204270.85
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	257.68	103	50.05035	0.000309	204784	
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	256.99	103	50.05035	0.000309	203758	
PC - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	256.99	103	50.05035	0.000309	203758	

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

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

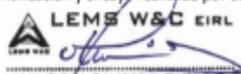
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de mayo del 2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitucion (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

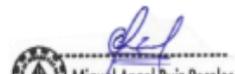
IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_z (S _z)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	151.62	61	33.86738	0.000214	163720	163794.14
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	185.60	74	34.82351	0.000284	163720	
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	168.61	67	32.28168	0.000264	163943	
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	217.69	87	37.21800	0.000328	179474	176280.48
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	208.80	84	35.38331	0.000328	173329	
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	213.25	85	36.40892	0.000328	176039	
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	219.76	88	35.98508	0.000316	195051	192720.59
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	241.60	97	39.56647	0.000348	191778	
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	226.31	91	33.77914	0.000347	190753	
PCH-3% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	235.05	94	36.50326	0.000348	193301	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



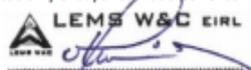
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de mayo del 2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitucion (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	157.83	63	33.56149	0.000237	157774	157144.62
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	174.00	70	40.89346	0.000237	157774	
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	09/05/2022	7	165.92	66	21.75282	0.000336	155886	
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	197.42	79	8.36427	0.000464	170451	173047.27
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	185.09	74	20.51243	0.000357	174323	
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	16/05/2022	14	191.25	77	9.02451	0.000437	174368	
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	231.86	93	36.59849	0.000345	190156	191196.33
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	241.76	97	39.66969	0.000345	193108	
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	238.71	95	38.86483	0.000345	191743	
PCH - 5%- f'c= 210 kg/cm2	02/05/2022	30/05/2022	28	234.65	94	37.81844	0.000345	189778	

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de mayo del 2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_s (S ₂)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	159.63	64	34.36407	0.000246	150295	147520.33
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	137.16	55	33.93624	0.000197	150295	
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	148.39	59	38.55115	0.000197	141972	
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	166.27	67	13.60791	0.000387	156774	158479.33
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	180.48	72	32.14633	0.000300	160374	
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	173.37	69	35.69112	0.000263	158290	
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	204.39	82	8.66129	0.000464	176553	176512.72
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	204.31	82	8.65793	0.000464	176481	
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	204.37	82	8.66129	0.000464	176568	
PCH-8% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	204.34	82	8.65793	0.000464	176449	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



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



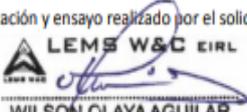
Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Lunes, 02 de mayo del 2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_z (S _z)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	119.88	48	19.33168	0.000259	137048	136758.28
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	140.65	56	27.21808	0.000259	137048	
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	09/05/2022	7	130.26	52	23.66789	0.000259	136179	
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	158.84	64	26.35934	0.000284	158956	157527.14
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	160.96	64	26.35934	0.000294	156118	
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	16/05/2022	14	159.90	64	26.35934	0.000289	157508	
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	210.80	84	37.88297	0.000315	175512	175406.14
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	197.22	79	9.33594	0.000443	177116	
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	206.73	83	36.98910	0.000315	172754	
PCH-10% - f'c= 210 kg/cm ²	02/05/2022	30/05/2022	28	201.30	81	8.65291	0.000458	176242	

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

Módulos de elasticidad de concretos - 280 kg/cm²



Certificado INDECOPI N°00137704 RNP Servicios 50608589

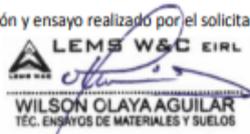
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: lemswceirl@gmail.com

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_t (S_2)$	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	254.51	102	19.80705	0.000472	194231	194419.92
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	276.06	110	35.90709	0.000429	194231	
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	265.29	106	20.63903	0.000489	194798	
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	286.16	114	36.06321	0.000427	207754	207200.89
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	280.74	112	34.83925	0.000427	205270	
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	284.56	114	35.11417	0.000427	208579	
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	294.79	118	43.76624	0.000396	214566.49	216894.02
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	318.21	127	52.91608	0.000396	215207.80	
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	328.26	131	55.12091	0.000396	220456.28	
CP- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	318.21	127	52.17733	0.000396	217345.53	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

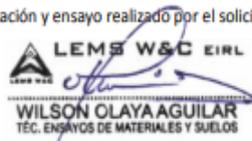


Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_s (S ₂)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	224.74	90	46.86315	0.000290	179627	179090.37
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	215.42	86	48.75876	0.000263	179627	
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	216.91	87	48.75876	0.000263	178016	
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	262.74	105	22.61315	0.000487	188954	189447.86
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	263.36	105	21.46397	0.000493	189313	
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	265.21	106	21.65088	0.000494	190077	
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	273.30	109	21.36400	0.000482	203494.85	202929.29
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	267.57	107	16.86671	0.000497	201730.91	
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	270.73	108	19.59832	0.000482	205201.57	
PCH-3% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	267.31	107	17.12160	0.000496	201289.84	

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 : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CÁSCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) (Kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	235.84	94	22.94231	0.000484	164331	163556.57
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	211.00	84	11.72672	0.000484	164331	
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	225.90	90	19.97840	0.000484	162007	
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	255.90	102	24.85310	0.000485	178076	172477.37
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	242.37	97	26.15335	0.000485	162651	
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	258.28	103	26.40221	0.000485	176705	
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	294.78	118	43.00649	0.000433	195597.79	193568.54
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	262.79	105	20.11784	0.000495	190968.82	
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	278.79	112	37.26604	0.000433	193853.78	
PCH-5% - f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	270.79	108	9.14447	0.000520	193853.78	

Observaciones:

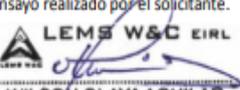
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022
 Ensayo : COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al agregado fino (arena gruesa)
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_z (S _z)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	223.76	90	24.53778	0.000476	152504	152544.65
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	222.45	89	25.25948	0.000470	152504	
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	227.44	91	23.52938	0.000492	152626	
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	252.24	101	30.64445	0.000471	166734	165076.27
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	233.34	93	17.28407	0.000512	164510	
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	238.44	95	22.94112	0.000492	163984	
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	284.24	114	44.37182	0.000432	181670.30	182192.29
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	283.06	113	43.56759	0.000432	182528.84	
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	284.24	114	44.37182	0.000432	181670.30	
PCH-8%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	283.41	113	43.56759	0.000432	182899.73	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEG. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : MARQUINA IRIGOIN, LUIS ANTHONY
 Proyecto / Obra : TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO SUSTITUYENDO UN PORCENTAJE DE CEMENTO POR POLVO DE CASCARA DE HUEVO
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque
 Fecha de apertura : Miércoles, 04 de mayo del 2022
 Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto (Patrón 210kg/cm²)DM1 - sustitución (P)0% al cemento ó (CM)0% al
 Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_u) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria $\epsilon_s (S_2)$	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	200.74	80	20.07636	0.000456	148485	147492.02
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	212.11	85	42.69665	0.000319	148485	
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	11/05/2022	7	206.99	83	19.75255	0.000483	145507	
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	232.76	93	26.04757	0.000477	156894	154860.24
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	234.14	94	26.04757	0.000492	153012	
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	18/05/2022	14	237.99	95	18.50425	0.000546	154675	
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	258.62	103	29.80035	0.000482	170489.52	167463.23
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	243.22	97	26.41307	0.000484	163399.86	
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	251.55	101	31.01977	0.000464	167981.76	
PCH-10%- f'c= 280 kg/cm ²	04/05/2022	01/06/2022	28	242.13	97	26.41214	0.000480	167981.76	

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

ANEXO 3 Evidencias Fotográficas

Visita a canteras de estudio

Muestras: Agregado fino y grueso



Ensayo de agregados

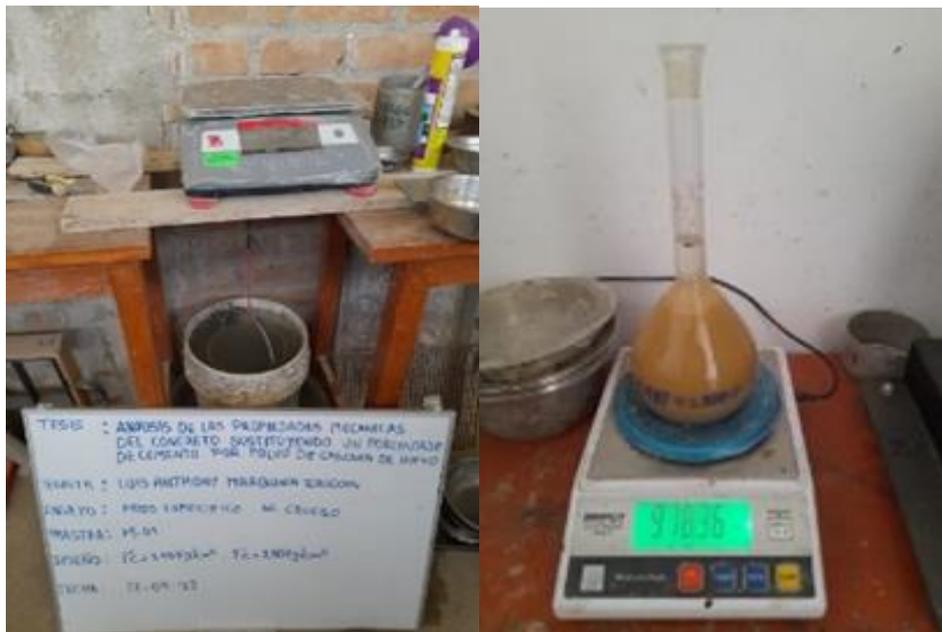
Ensayo Granulométrico: Agregado Grueso y Fino



Ensayo Peso Unitario: Agregado Fino y Grueso



Ensayo Peso Específico y Absorción: Agregado Fino y Grueso



Propiedades físicas del concreto

Ensayo de Consistencia del Concreto



Ensayo de la Temperatura



Ensayo del Peso Unitario



Ensayo Contenido de Aire



Resistencia a la Tracción



Módulos de elasticidad



Ensayo del peso específico

Peso Específico Polvo de Cascara de Huevo



Peso Específico del cemento

