UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024"

AUTOR (es): - Flores Huamán, Jesús Fernando
- Noriega Guzmán, Gabriel Josimar

ASESOR: Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte M. Sc
Código ORCID: 0009-0004-8572-4186

Línea de Investigación: Ingeniería de los materiales y construcción de infraestructura

Iquitos – Perú.

2024

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal **N° 1247-2024-UCP-FCEI,** del 20 de diciembre del 2024, se designó jurado.
Con Resolución Decanal **N° 746-2025-UCP-FCEI,** del 07 de agosto del 2025, se autorizó la sustentación.

Siendo las 11:00 a.m. del día 11 de agosto del 2025, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024".**

Presentado por:

JESÚS FERNANDO FLORES HUAMÁN
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

GABRIEL JOSIMAR NORIEGA GUZMÁN
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE, M. Sc.

Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

La sustentación es: APROBADA POR UNANIMIDAD

A las 12:15 horas culminó el acto público.

En fe de los cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.

Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.
Presidente del Jurado

Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.
Miembro del jurado

Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.
Miembro del jurado

"Año de la recuperación y consolidación de la económica peruana"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética e Integridad Científica

Hace constar que:

La Tesis titulada:

"INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024"

De los alumnos: **JESÚS FERNANDO FLORES HUAMÁN Y GABRIEL JOSIMAR NORIEGA GUZMÁN,** de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **5% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 05 de agosto del 2025.

Presidente del Comité de Ética e Integridad Científica
Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores

JLTF/C.E.I.C-A
203-2025

INFORME DE ANÁLISIS
magister

UCP_IngenieríaCivil_2025_Tesis_Jesús_Flores_Gabriel_Noriega_V

5% Textos sospechosos

< 1% **Similitudes**
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

3% **Idiomas no reconocidos**

< 1% **Textos potencialmente generados por la IA**

Nombre del documento: UCP_IngenieríaCivil_2025_Tesis_Jesús_Flores_Gabriel_Noriega_V2..pdf
ID del documento: b34de22bd29097bf67a0f7e472453f6f5df41ecb
Tamaño del documento original: 959,48 kB

Depositante: Chris Angela Ramirez Flores
Fecha de depósito: 4/8/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 4/8/2025

Número de palabras: 11.623
Número de caracteres: 84.994

Ubicación de las similitudes en el documento:

Fuentes de similitudes

Fuente principal detectada

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstreams/5b1ba137-eaeb-424d-b90a-635e29fd3300/download	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (43 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	conred.gob.gt https://conred.gob.gt/normas/NRD3/2_concreto/norma_ntg_41017_h21_astm_c642-13.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
2	repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/UCP/1428/1/ÁLVAREZ HILORIO STEFANY SMITH Y CO...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)

HOJA DE APROBACIÓN
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLERES: JESÚS FERNANDO FLORES HUAMÁN Y GABRIEL JOSIMAR NORIEGA GUZMÁN

La Tesis sustentada en acto público el día 11 de agosto del 2025, a las 11:00 am, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.

ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M. SC.
PRESIDENTE DE JURADO

ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR.
MIEMBRO DE JURADO

ING. FÉLIX WONG RAMÍREZ, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO

ING. JUAN JESUS OCAÑA APONTE, M. SC.
ASESOR

Dedicatoria

A Dios, por darnos la vida, la salud y la serenidad necesaria para seguir adelante, incluso en los momentos más exigentes.

A nuestros padres, por su amor incondicional, por su apoyo constante, por confiar en nosotros y enseñarnos, con su ejemplo diario, que el compromiso y el esfuerzo dan fruto.

A nuestros hermanos por ser nuestra fuente de inspiración y compañeros de vida.

A Angie por ser mi apoyo y guía en los momentos difíciles, por su sentido de superación que me mantuvo firme y me inspiró a no rendirme, gracias por tu amor incondicional y por ser mi compañera a lo largo de este proceso académico.

A sami por su lealtad y compañía constante, siempre dándome ánimos para no rendirme.

A Jeik y Rex, mis fieles compañeros caninos, que siempre buscaban dar alegría y nunca dejaron que enfrentara la tristeza o el cansancio en soledad.

Jesús Flores **Gabriel Noriega**

Agradecimiento

Agradecemos, en primer lugar, a Dios por brindarnos la fortaleza, salud y perseverancia necesarias para culminar esta etapa académica.

A nuestros docentes y asesor, por compartir sus conocimientos, por su guía y contribuir al desarrollo de nuestro pensamiento crítico a lo largo de la carrera.

Jesús Flores **Gabriel Noriega**

Índice

Acta de sustentación ii
Constancia de originalidad iii
Hoja de aprobación iv
Dedicatoria vi
Agradecimiento vii
Índice viii
Índice de Tablas xi
Índice de figuras xii
Resumen xiii
Abstrac xiv
Capítulo I: Marco teórico 1
1.1. Antecedentes de estudio 1
1.2. Bases Teóricas 13
1.3. Definición de términos básicos 30
Capítulo II: Planteamiento del problema 33
2.1. Descripción del problema 33
2.2. Formulación del problema 34
2.2.1. Problema general 34
2.2.2. Problemas específicos 34
2.3. Objetivos 35
2.3.1. Objetivo general 35
2.3.2. Objetivos específicos 35
2.4. Hipótesis 35
2.4.1. Hipótesis general 35
2.4.2. Hipótesis específicas 36
2.5. Variables 36
2.5.1. Identificación de las variables 36
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables 36

2.5.3. Operacionalización de variables 38
Capítulo III: Metodología 39
3.1. Tipo y diseño de investigación 39
3.2. Población y muestra 39
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos 41
3.4. Procesamiento y análisis de datos 45
Capítulo IV: Resultados 46
Capítulo V: Discusión, conclusiones y recomendaciones 51
5.1. Discusión. 51
5.2. Conclusiones. 53
5.3. Recomendaciones. 54
Referencias bibliográficas 55
Anexos 59
Anexo N°1. Matriz de consistencia 60
Caracterización del agregado fino 62
Resumen de Gráficos y Tablas 69
Diseño APU Tipo GU_0.45 71
Diseño APU Tipo GU_0.50 75
Diseño APU Tipo GU_0.60 79
Diseño APU Tipo GU_0.70 83
Diseño APU Tipo GU_0.75 86
Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.45 91
Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.50 95
Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.60 99
Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.70 102
Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.75 105
Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.45 109

Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.50..... 110
Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.60..... 111
Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.70..... 112
Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.75..... 113
Gráficos de la resistencia a la compresión..... 114
Especificaciones Técnicas cemento AP 115
Panel de Fotos 116

Índice de Tablas

Tabla 1. Propiedades del concreto en estado fresco……... **15**

Tabla 2. Propiedades del concreto en estado endurecido…….. **17**

Tabla 3. Norma de control de resistencia para f'c<= 35Mpa (ACI 214R-11)…… **28**

Tabla 4. Tiempo requerido para obtener una estructura de poros discontinuos…… **24**

Tabla 5. Operacionalización de variables…….. **38**

Tabla 6. Distribución Muestra……...**40**

Tabla 7. Distribución Muestra……...**40**

Tabla 8. Distribución Muestra……...**40**

Tabla 9. Ensayos de agregados y normativa aplicada……**44**

Tabla 10. Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada……**44**

Tabla 11. Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada…… **45**

Tabla 12. Análisis granulométrico por tamizado……..**46**

Tabla 13. Diseño de concreto Relación, A/C=0.45; A/C=0.50; A/C=0.60; A/C=0.70; A/C=0.75**……46**

Tabla 14. Características físicas del concreto en estado fresco…….. **47**

Tabla 15. Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido a los 7 días…… **48**

Tabla 16. Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido a los 28 días……... **49**

Tabla 17. Resistencia a la compresión…… **50**

Índice de figuras

Figura 1. Normativa y procedimientos ejecución de ensayos…… 21
Figura 2. Diseño:……..39
Figura 3. Muestra patrón…… 40

Resumen

En la presente investigación se estudió la influencia de la relación agua / cemento en la porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia, comprendida entre 210kg/cm2 y 385kg/cm2. La Investigación es de tipo descriptiva, de diseño cuasi experimental. Se elaboró concreto cemento-arena, con arena marginal, cuyo 3.42% pasa la malla # 200, tiene 1.65 de módulo de finura y 66.01 cm2/g de superficie específica. Se encontró que existe correlación entre la relación A/C = 0.45, 0.50, 0.60, 0.70, y 0.75 y las propiedades de porosidad, absorción, densidad y su resistencia a la compresión. La relación agua/cemento influye directamente proporcional en la porosidad, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más bajo de porosidad de 17.46 se logró para la relación A/C = 0.45 y el más alto de 23.81 para la relación A/C=0.75. La relación agua/cemento influye directamente proporcional en la absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más bajo de absorción de 10.26 se logró para la relación A/C=0.45 y el más alto de 12.49 para la relación A/C = 0.75. La relación agua/cemento influye inversamente proporcional en la densidad global después de la inmersión, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más alto de esta densidad de 2.16 g/cm3 se alcanzó para la relación A/C=0.45 y el más bajo de 2.10 g/cm3 para la relación A/C = 0.75. La relación agua/cemento influye inversamente proporcional en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más alto de resistencia a la compresión de 399 kg/cm2 se alcanzó para la relación A/C=0.45 y el más bajo de 156kg/cm2 para la relación A/C = 0.75.

Palabras Clave: Concreto cemento-arena; porosidad, absorción, densidad; resistencia a la compresión.

Abstrac

In this research, the influence of the water/cement ratio on the porosity, absorption, density, and compressive strength of medium-strength cement-sand concrete, ranging from 210 kg/cm2 to 385 kg/cm2, was studied. The research is descriptive, with a quasi-experimental design. Cement-sand concrete was prepared with marginal sand, 3.42% of which passes the #200 mesh, has a 1.65 fineness modulus, and 66.01 cm2/g of specific surface area. It was found that there is a correlation between the W/C ratio = 0.45, 0.50, 0.60, 0.70, and 0.75 and the properties of porosity, absorption, density, and compressive strength. The water/cement ratio directly influences porosity at both 7 and 28 days of curing. The lowest porosity value of 17.46 was achieved for the W/C ratio = 0.45 and the highest, 23.81 for the W/C ratio = 0.75. The water/cement ratio directly influences the absorption of medium-strength cement-sand concrete, both at 7 and 28 days of curing. The lowest absorption value of 10.26 was achieved for the W/C ratio = 0.45 and the highest, 12.49 for the W/C ratio = 0.75. The water/cement ratio inversely influences the overall density after immersion, both at 7 and 28 days of curing. The highest value of this density, 2.16 g/cm3, was achieved for the W/C ratio = 0.45, and the lowest, 2.10 g/cm3, for the W/C ratio = 0.75. The water/cement ratio inversely influences the compressive strength of medium-strength cement-sand concrete, both at 7 and 28 days of curing. The highest compressive strength of 399 kg/cm2 was achieved for a W/C ratio of 0.45, and the lowest, 156 kg/cm2, for a W/C ratio of 0.75.

Keywords: Cement-sand concrete; porosity, absorption, density; compressive strength.

Introducción

El concreto constituye uno de los materiales más empleados en la industria de la construcción debido a su versatilidad, durabilidad y capacidad de adaptarse a diversas condiciones de servicio. Sin embargo, su comportamiento mecánico y su desempeño a largo plazo dependen en gran medida de las proporciones de sus componentes, especialmente de la relación agua/cemento (A/C), la cual incide de manera directa en su microestructura y, por ende, en sus propiedades físicas y mecánicas.

En el caso del concreto cemento-arena de mediana resistencia, empleado frecuentemente en la selva baja de la Amazonía peruana, el control de la relación A/C adquiere relevancia debido a que este tipo de concreto, al prescindir de agregado grueso, presenta una matriz cementicia más sensible a variaciones en el contenido de agua. Dichas variaciones pueden modificar significativamente su porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión, factores determinantes para garantizar su durabilidad y calidad.

En contextos como el de la ciudad de Iquitos, donde las condiciones climáticas y la disponibilidad de agregados responden a particularidades geográficas, es común la utilización de arenas marginales que presentan características granulométricas y físicas específicas. Esta realidad plantea la necesidad de estudios que determinen el efecto de la relación A/C sobre las propiedades del concreto producido con este tipo de materiales, a fin de optimizar su desempeño y establecer parámetros técnicos confiables para su elaboración, permitiendo comprender las tendencias de comportamiento de estas propiedades frente a variaciones en la relación A/C.

Capítulo I: Marco teórico

1.1. Antecedentes de estudio

- **Internacional**

Permeabilidad y Porosidad en concreto

(Ligia M. Vélez, 2010), investigadora de la Facultad de Tecnologías del Instituto Tecnológico Metropolitano de la ciudad de Medellin - Colombia, en el artículo científico “Permeabilidad y Porosidad en Concreto”, estudió la influencia de la permeabilidad del concreto poroso en: el volumen de poros permeables, porcentaje de absorción total, densidad, y propiedades mecánicas resistencia a la compresión y flexo tracción 28 días. Se preparó concreto poroso, material compuesto por una matriz cementítica y un agregado como refuerzo, con la característica de permitir la infiltración de agua. La permeabilidad de estas mezclas se obtiene usando áridos con un volumen significativo de huecos entre las partículas y con ausencia total de finos.

Concluyendo: La permeabilidad es controlada principalmente por la porosidad de la pasta de cemento. Sin embargo, la permeabilidad no es una función simple de la porosidad ya que es necesario que los poros se encuentren interconectados; es decir, que para los mismos niveles de porosidad, el concreto poroso puede tener diferentes valores de permeabilidad si sus poros se interconectan en forma ininterrumpida o no. Los resultados muestran que existe una dosificación de concreto poroso, la cual permite obtener resistencias altas, manteniendo una excelente permeabilidad del concreto poroso. Se determinó una permeabilidad de 2,342 mm/s, con un porcentaje real de huecos del 11%, cemento en una proporción de 350 kg/m3, la cual permite resistencias a flexo tracción y a compresión a los veintiocho días respectivamente de 3 MPa y 33 MPa utilizando diferentes razones agua/cemento. Se encontraron relaciones entre la permeabilidad y las resistencias del concreto poroso con certezas del 100% y del 96.1% (8) (9); sin embargo, con los modelos matemáticos de Balshin,

Ryskovish, Schiller y Hasselman con relación a la porosidad del concreto no se encontraron similitudes.

Solís – Cárcamo, Rómel G., Moreno, Eric I. & Arjona – Otero, Erick. (2012), en su trabajo de investigación titulada "Evaluación del concreto con bajas relaciones agua/cemento y agregados calizos de alta absorción", en la Universidad Autónoma de Yucatán, Facultad de Ingeniería, México, estos investigadores, se propusieron como objetivo, determinar el límite de resistencia que se puede obtener con concretos fabricados usando un tipo específico de agregados calizos marinos del Cenozoico, triturados de alta absorción, procedentes de la península de Yucatán, de la siguiente composición química: 77% de carbonato de calcio y 13% de carbonato de magnesio; también se encontró que contienen un 2,25% de arcillas y un 1,11% de sílica; otros compuestos identificados fueron: óxido de fierro (0,08%), sulfatos (0,004%), nitratos (0,004%) y cloruros (0,002%). Estas rocas calizas tienen los valores medios siguientes: resistencia a la compresión 283 kg/cm2, densidad relativa 2,17, absorción 7,11% y módulo de elasticidad 1 203 772 kg/cm2. El cemento utilizado fue tipo CPC-30 (cemento Portland compuesto de 30 MPa) de fabricación mexicana (ONNCCE 1999), equivalente al Portland Tipo I con adición de caliza. El diseño de las mezclas se hizo de acuerdo al método de volúmenes absolutos (ACI 211 2001). Para darles la fluidez necesaria a las mezclas se utilizó un reductor de agua de alto rango superplastificante Tipo A (ASTM C-494 2008) libre de cloruros. (Pacheco & Alonzo, 2003). (Solís-Cárcamo, Romel G., Moreno, Eric I., & Arjona-Otero, Erick., 2012).

El procedimiento de compactación de las probetas fue por medio de vibración externa (ASTM C1176 2008). El curado húmedo finalizó a los 28 días, cumpliéndose la norma (ASTM C192/C192M 2008). Para cada lote de concreto se midió la resistencia a la compresión axial (ASTM C192/192M 2008); a los concretos con estas dos A/C también se les midió la porosidad (ASTM C642 2008) a los 28 días de edad. Para todas las pruebas se utilizaron probetas

cilíndricas de 100 mm (4") de diámetro por 200 mm (8") de altura moldeadas en laboratorio. (Solís-Cárcamo, Romel G., Moreno, Eric I., & Arjona- Otero, Erick., 2012).

Los seis lotes de concretos fabricados con agregado de 3/8" y cantidades de cemento superiores a 850 kg/m3, los cuales se dividieron en dos grupos (de tres lotes cada uno), el primero con cantidades de cemento entre 866 y 960 kg/m3 y el segundo con cantidades entre 1 040 y 1300 kg/m3. Las medias de las resistencias de estos dos grupos fueron de 529 y 531 kg/cm2, respectivamente. El lote de concreto que alcanzó la mayor resistencia a la compresión tuvo una relación A/C de 0,25, con 960 kg/m3 de cemento; relación entre los agregados finos y grueso (en masa) de 0,50, agregado grueso con TMA de 3/8"; y adición de 18 ml de aditivo superplastificante por m3 de cemento. El revenimiento medido en la mezcla fue de 8 cm, y ésta presentó consistencia plástica.

Sobre la base de las resistencias promedio medidas utilizando agregados calizos de alta absorción, se concluye que la máxima f'c que se puede utilizar para el diseño de estructuras de concreto, sin considerar adiciones puzolánicas, es aproximadamente de 500 kg/cm2; con la cual se podría obtener a largo plazo una resistencia de aproximadamente 600 kg/cm2. La resistencia del concreto no aumentó por incrementar la cantidad unitaria de cemento por arriba de 850 kg/cm2. Tanto a edad temprana como mediana se obtuvieron mayores resistencias utilizando agregados de 3/8", cuyo tamaño es menor que el que usualmente se usa para la mayoría de las estructuras hechas con concreto normal.

La porosidad de todos los concretos probados fue superior a 15%, lo cual corresponde a concretos no durables según criterios establecidos; sin embargo, cuando los agregados son muy absorbentes este criterio no puede considerarse concluyente. Las porosidades promedio medidas fueron: para concretos con A/C

de 0,25, 15,99% y σ de 1,02%; y para A/C de 0,30, 17,54% y σ de 1,07%. El lote de concreto que tuvo la menor porosidad, 15,06% (A/C de 0,25 y TMA de 3/8") tuvo la mayor resistencia. (Solís-Cárcamo, Romel G., Moreno, Eric I., & Arjona-Otero, Erick., 2012).

A partir de un análisis de regresión, para los materiales bajo estudio, propone un modelo logarítmico que relaciona la resistencia promedio (f'cr) con la A/C y la porosidad con la A/C, abarcando un rango de A/C de 0,20 a 0,70: **f'cr** =134,051- 251,720Ln (A/C); **Porosidad** = 22,619 + 4,4393 Ln (A/C).

(Angelin et al., 2017), Investigadores de la Escuela de Tecnología y de la Facultad de Ciencias Aplicadas, Grupo de Investigación en Fabricación de Materiales Avanzados de la Universidad de Campinas – UNICAMP, Limeira Brasil, en su artículo titulado "Efectos de la porosidad sobre el comportamiento mecánico y la absorción de agua de un mortero de cemento ecológico con caucho reciclado", analizaron el efecto de un contenido de caucho de neumáticos respetuoso con el medio ambiente sobre la porosidad, la absorción de agua y la mecánica de un mortero de cemento de alta resistencia inicial (HES) en lugar de un cemento Portland ordinario (OP), utilizando una relación agua/cemento de 0.48 sin adición de grava. Estos resultados también se asociaron con dos morfologías porosas distintivas (esferoidal e irregular). Las muestras se produjeron utilizando caucho de desecho de neumáticos reciclado, que está constituido por una mezcla entre partículas de caucho esferoidales y fibrosas. El uso de un caucho reciclado en un HES es escaso/ausente en la literatura. Un porcentaje del 30% en peso del caucho de neumáticos fino reemplaza la arena natural como agregado fino. A partir de los resultados experimentales de absorción de agua, trabajabilidad y efecto de ligereza, se obtiene la siguiente novedad principal: se caracterizan de forma distintiva las morfologías porosas esferoidales e irregulares. También se descubre que la formación de etringita se forma predominantemente en el interior de un poro típicamente irregular. En la mezcla endurecida, después de 7 días de curado, encontraron que al reemplazar

la arena natural por el caucho en 30% (cantidad equivalente al peso del agregado fino), la resistencia a la flexión, la compresión y tracción, disminuyen considerablemente, revelando que el concreto de control y el de caucho tuvieron poros irregulares y esferoidales asociados con la relación gel/espacio y aire atrapado, respectivamente. (Angelin et al., 2017).

(Alemu et al., 2021), en su artículo de investigación "Consideraciones prácticas de porosidad, resistencia y absorción acústica del hormigón estructural permeable". Estos investigadores del Departamento de Ingeniería Arquitectónica, Universidad de Chosun, República de Corea; Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad estatal de Pensilvania, EE.UU.; División de Investigación y Desarrollo, MC-Bauchemie Manufacturing Plc, Etiopía; Departamento de Radiología Oral y Maxilofacial, Facultad de Odontología, Universidad de Chosun, República de Corea; departamento de Ingeniería Urbana y Ambiental, Instituto Nacional de Ciencia y tecnología de Ulsan (UNIST), República de Corea, estudiaron problemas prácticos en la producción de hormigón estructural permeable, como los referidos con la dosificación de la mezcla, el pandeo de la pasta, la porosidad, la resistencia y la absorción acústica.

Se utilizaron cinco tipos de piedras trituradas (agregado grueso: se rechazaron el tamaño de agregado que pasa la malla # 5 y los agregados con partículas superiores a 25 mm): Estos tipos fueron: tipo 1 (5-13 mm), tipo 2 (13 - 25mm), tipo 3 (5 - 8mm), tipo 4 (5 -13 mm) y tipo 5 (13 - 25mm). Se utilizó el cemento Portland fabricado de acuerdo con la norma Coreana (KS F 2567) y ASTM C 150, y el humo de sílice producido de acuerdo con ASTM C1240, se utilizaron como aglutinantes. Asimismo se utilizó fibra de PVA de 12-13 mm de longitud, de 0,035-0,040 mm de diámetro y de 42 – 43 Gpa de módulo elástico. Se adoptó una relación A/C de 0,20 y un contenido de humo de sílice de 20% en peso/cemento. El contenido de reductor de agua de alto rango se incrementó de 0,2 a 0,3% en peso/cemento para controlar el diámetro de flujo de la pasta de

cemento para controlar el diámetro de flujo de la pasta de cemento fresca dentro de un rango de 170 ± 10mm de acuerdo con las especificaciones ASTM 230.

Se vertieron mezclas de hormigón con diferentes tipos de agregados, proporciones de huecos-objetivo y contenidos de fibra en muestras cilíndricas y tipo panel para determinar la resistencia a la compresión, la porosidad y el coeficiente de absorción acústica". (Alemu et al., 2021). "Se compararon las porosidades del concreto medidas por dos métodos, el volumétrico y la tomografía computarizada, para confirmar la distribución de la red de poros". (Alemu et al., 2021). "Se utilizó un método de impedancia superficial para medir la absorción acústica de las muestras de panel. La pasta con un flujo de 170 ± 10mm que contenía fibras sintéticas evitó el pandeo con éxito incluso después de la vibración mecánica". (Alemu et al., 2021). "El hormigón producido con esta pasta y que tenía proporciones de huecos objetivo de 10-15% poseía poros abiertos conectados adecuados para un coeficiente de absorción acústica superior a 0,5 y una resistencia estructural superior a 20 Mpa". (Alemu et al., 2021).

Los resultados indicaron que la fluctuación en la resistencia del hormigón permeable inducida por la incertidumbre de la porosidad fue más significativa que la influenciada por las propiedades de la pasta. Por lo tanto, el enfoque determinante que sigue un proceso preciso y sensible es inadecuado para establecer un método de dosificación de la mezcla para obtener la resistencia a la compresión y la absorción acústica requeridas del hormigón permeable". (Alemu et al., 2021). "En este estudio se estableció una directriz sobre la relación entre la porosidad, la resistencia y el coeficiente de absorción acústica. También, con base en los hallazgos de este estudio, agregar fibras sintéticas a las mezclas de concreto y aplicar la vibración adecuada puede ayudar a lograr la porosidad y resistencia a la compresión deseadas". **(Alemu et al., 2021).**

(Akkaya & Çağatay, 2021), investigadores del departamento de Ingeniería Civil, Universidad de CuKurova, Turquía, investigaron sobre las propiedades de densidad, porosidad y permeabilidad del hormigón permeable con diferentes métodos. Estos autores señalan que es importante determinar los huecos dentro y alrededor de la muestra que afectan las propiedades de densidad, porosidad y permeabilidad del hormigón.

En este estudio utilizaron: cemento Portland CEM I 42.5 R, que se endurece rápidamente y está listo para una resistencia temprana. Se han utilizado aditivos superplastificantes a base de humo de sílice y éter policarboxílico para obtener una alta resistencia y mejorar la capacidad de unión de la pasta de cemento. Se utilizó agregado de piedra caliza triturada de diferente tamaño (2-4mm, 4-8mm y 8-16mm), diferentes proporciones (A/B) (2, 2,5 y 3). Las muestras de PC utilizadas en las pruebas tuvieron una geometría diferente, tomándose pequeñas partes de las muestras utilizando una máquina cortadora de concreto y luego se utilizaron los métodos existentes para determinar el volumen y la densidad de las muestras.

Para ello, mediante métodos simples y de comparación de métodos, determinaron la densidad y porosidad de las mezclas de PC en forma de cilindros, cubos y prismas de diferentes tamaños. Concluyeron que, las muestras de PC utilizadas en las pruebas tienen una geometría diferente, las propiedades geométricas pueden afectar los resultados de densidad y porosidad. Además, el proceso de compactación también puede generar diferencias de densidad y porosidad. En tanto, a medida que aumenta el tamaño del agregado, de PC1 a PC3, la densidad disminuye.

En su trabajo de tesis contempló la implementación de la norma europea EN 12390-8 en el laboratorio LEDI-PUCP y una posterior capacitación de su personal. En su trabajo de investigación, se elaboraron 60 especímenes de

concreto que fueron elaborados de la siguiente manera: 5 especímenes por cada mezcla de relación agua/cemento (0.45, 0.5, 0.6 y 0.7) y se repitió cada mezcla tres veces. Los especímenes de concreto fueron elaborados cumpliendo con la especificación del gobierno español en cuanto a profundidad máxima y media de penetración. Estos especímenes fueron ensayados siguiendo las instrucciones del manual adaptado de la EN 12390-8. Con los resultados de estos ensayos, se elaboraron curvas de coeficiente de permeabilidad vs relación a/c.

Llegó a las siguientes conclusiones:

- El coeficiente de permeabilidad (k) a los 28 días con curado húmedo es de $7.39x10^{-14}$, $13.85x10^{-14}$, $25.25x10^{-14}$ y $119.69x10^{-14}$ para concretos de relación agua/cemento de 0.45, 0.5, 0.6 y 0.7 respectivamente. Se ha demostrado que el factor del curado húmedo continuo durante los 28 días es determinante para una menor permeabilidad.
- La relación que existe entre el coeficiente de permeabilidad y la relación a/c es directa y varía de forma exponencial. A menor relación a/c, menor profundidad de penetración del agua bajo presión, por lo tanto menor permeabilidad de concreto al agua.
- -El coeficiente de permeabilidad es el resultado de diversos factores, entre los cuales están la profundidad de penetración del agua bajo presión y la porosidad (%). No obstante, se ha comprobado que es susceptible a variaciones en: el porcentaje de aire, la temperatura del concreto y el asentamiento (slump); características del concreto en estado fresco, por lo que se recomienda controlar dichas propiedades en futuras investigaciones.
- Los valores de coeficiente de permeabilidad obtenidos por medio de la fórmula de Valenta demuestran que la porosidad (ASTM 642) influye notablemente en el coeficiente de Darcy, ya que este valor incrementa o disminuye de manera directamente proporcional a la profundidad máxima de penetración.

Bautista (2020, p.1), en su tesis “La permeabilidad al agua en el concreto cemento-arena. Indicador durabilidad, Iquitos – 2019”, para optar el grado de magister, estudió como parte de su investigación, la densidad, absorción y vacíos en el concreto endurecido, según norma ASTM C642. Para los ensayos elaboró mezclas preparada con arena de 1.62 de módulo de finura, superficie específica de 54.60 cm2/gr y 5.46% de material que pasa la malla N° 200, un % de absorción de 0.60%, preparados para diferentes relaciones agua/cemento: 6 especímenes por cada mezcla de relación agua/cemento de 0.55, 0.60, 0.70 y 0.75 (grupo ensayado según norma EN 12390-8) y 3 especímenes por cada mezcla de relación agua/cemento de 0.60, 0.70 y 0.75 (grupo ensayado según norma NTC 4483).

La investigadora realizó ensayos de densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido sobre probetas cilíndricas de 4”x8” dividido en tres partes cada una, a edades de 7 y 28 días. En cada edad se emplearon 2 probetas, donde se obtuvieron seis muestras para el ensayo y cuyos resultados se promediaron, siendo los datos obtenidos los siguientes:

Se prepararon mezclas con relaciones A/C: 0.55, 0.60, 0.70 y 0.75, donde se corrigió la cantidad de agua para lograr obtener el slump requerido de 2 1/2” a 3 1/2, consistencia adecuada para el concreto cemento-arena que emplea arena de partículas finas. (Bautista, 2019, p. 113).

El contenido de aire atrapado determinado por el método gravimétrico en las mezclas de 0.55, 0.60, 0.70 y 0.75 es de 7.74%, 8.23%, 9.55% y 10.10%, respectivamente. Se observa que a mayor relación A/C se origina mayor cantidad de aire atrapado dentro de la masa de concreto. (Bautista, 2019, p. 112). Los valores obtenidos de aire atrapado en el concreto cemento-arena son altos respecto a un concreto convencional que emplea agregado grueso y agregado fino; asimismo, a menor tamaño máximo nominal del agregado grueso

se origina un mayor volumen de aire atrapado (para 3/8” corresponde 3.0%, para ½” uno de 2.5%,..., para 3” corresponde 0.3% y para 6” un valor de 0.2”) (Bautista, 2019, p. 113, 114).

La temperatura obtenida del concreto cemento-arena recién mezcladas para las relaciones A/C de 0.55, 0.60, 0.70 y 0.75 resultaron 31.1°C, 32.2°C, 33.7°C y 33.4°C, respectivamente, las cuales bordean el límite permitido para las altas temperaturas de la ciudad de Iquitos. (Bautista, 2019, p. 114).

El peso unitario determinado para las mezclas de relaciones A/C de 0.55, 0.60, 0.70 y 0.75 resultaron 2071, 2047, 2001 y 1984 kg/m3, respectivamente; observándose, que a menor valor de relación A/C, corresponde mayor peso unitario; y, son menores respecto al del concreto convencional que en promedio bordea los 2400kg/m3. (Bautista, 2019, p. 114). Para un mismo contenido de cemento, en un volumen determinado de concreto cemento-arena el más resistente y probablemente el más impermeable será aquel que presente mayor densidad, o sea aquel que en la unidad de volumen contenga el mayor porcentaje de materiales sólidos. (Bautista, 2019, p. 115).

A mayor relación A/C empleada, se obtiene un mayor volumen de poros permeables (%). El volumen de poros permeables se reduce al pasar de una madurez de 7 a 28 días. (Bautista, 2019, p. 119).

Para las relaciones A/C: 0.55, 0.60, 0.70 y 0.75 se obtuvo un volumen de poros permeables a los 7 días de 19.64%, 20.10%, 21.75% y 22.50%; y para los 28 días de 19.02%, 19.60%, 20.48% y 20.60%, respectivamente. (Bautista, 2019, p. 119). La relación que existe entre el porcentaje de vacíos y la relación A/C es directa. El porcentaje de vacíos a los 28 días de curado es menor que a los 7 días. (Bautista, 2019, p. 130). La absorción disminuye ligeramente de 7 a 28 días. (Bautista, 2019, p. 97).

Los resultados de volumen de poros permeables (vacíos) % para un concreto convencional, para una relación A/C= 0.45, 0.52, 0.59 a los 7 días fue de 6.03%, 6.87%, 7.67%, respectivamente; y, a los 28 días fue de 4.22%, 5.01%, 5.88%, respectivamente. (Díaz, 2010) en (Bautista, 2019, p. 120). Comparando estos resultados de volumen de poros permeables en entre el concreto cemento-arena y el concreto convencional, se observa una cantidad menor en el concreto convencional, en aproximadamente de la tercera parte (Bautista, 2019, p. 120).

Los poros por aire atrapado corresponden a las burbujas de aire atrapado depende del tamaño máximo del agregado nominal del agregado empleado, este aumenta cuando menor es el tamaño. En el concreto cemento-arena se emplea arena de granulometría fina, la cual genera dentro de la pasta un porcentaje alto de contenido de aire. (Bautista, 2019, p. 132). Los poros por aire atrapado, al permanecer dentro del concreto cemento-arena, ocupan un porcentaje considerable de volumen, por tanto se obtendrá una reducción importante en la resistencia a compresión y durabilidad. (Bautista, 2019, p. 132).

Los resultados de coeficiente de permeabilidad determinados por medio de la fórmula de Valenta, confirman que la porosidad obtenida de la norma ASTM C 642, influyen en forma determinante en el coeficiente de Darcy. La relación que existe entre el coeficiente de permeabilidad y la porosidad es directamente proporcional (Bautista, 2019, p. 131).

El ensayo para determinar la profundidad de penetración se efectuó según la NTC 4483 “Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua”. La porosidad obtenida para cada relación A/C, tiene un valor proporcional a la profundidad media de penetración de la EN 12390-8. Se observa entonces que, el nivel de conectividad influye en la permeabilidad.

A mayor relación A/C, menor será la resistencia a la compresión del concreto. La cantidad de agua para hidratar al cemento es de aproximadamente 28% en peso de cemento. Las pastas que tienen alta relación A/C contienen más agua que no interviene en el proceso de hidratación, el sobrante es agua libre. (Bautista, 2019, p.115).

La ganancia de resistencia a la compresión para todas las relacione agua/cemento se evaluó a los 3, 7 y 28 días. Para la relación A/C=0.55 fue de 207kg/cm2 (61.42%), 262kg/cm2 (77.75%) y 337 kg/cm2 (100%), respectivamente. (Bautista, 2019, p.116). Para la relación A/C= 0.60 fue de 182kg/cm2 (61.91%), 240kg/cm2 (81.63%) y 294 kg/cm2 (100%), respectivamente. (Bautista, 2019, p.116). Para la relación A/C= 0.70 fue de 146kg/cm2 (62.93%), 198kg/cm2 (85.34%) y 232 kg/cm2 (100%), respectivamente. Y para la relación A/C= 0.75 fue de 130kg/cm2 (59.63%), 171kg/cm2 (78.44%) y 218 kg/cm2 (100%), respectivamente. (Bautista, 2019, p.117).

Álvarez y Coriat (2021): en su trabajo de tesis para optar el título de ingenieros civiles, en la ciudad de Iquitos estudiaron la densidad, porcentaje de absorción y porosidad (porcentaje de vacíos) del concreto cemento – arena empleando la norma ASTM C 642. En su investigación utilizaron arena fina de 1.27 de módulo de finura, cemento portland tipo GU (APU). Se elaboró 36 especímenes de concreto cemento – arena, de 4”x8”, preparados para 0.60, 0.65 y 0.70 de relaciones agua/cemento. Realización de ensayos complementarios para determinar el contenido de aire y la temperatura del concreto en estado recién mezclado, aplicando las normas ASTM C 138 y ASTM C 1064 respectivamente. Para determinar la resistencia a la compresión se utilizó la norma ASTM C 39, efectuándose la rotura de 5 especímenes por cada relación agua/cemento, a los 7 y 28 días. Para la determinación de la densidad, porcentaje de absorción y porosidad se empleó la norma ASTM C 642, efectuándose cada uno de estos ensayos en un solo espécimen a los 7 y 28

días. Concluyeron que, a mayor relación a/c, el concreto cemento – arena adquiere semejante densidad que el concreto normalizado, pero mayor absorción y porosidad; y, menor resistencia a la compresión. Del análisis de los fragmentos resultantes de la rotura de cada probeta, la parte superior presentó baja densidad, alta absorción y alta porosidad, y el fragmento inferior resultó poseer una mayor densidad, pero baja absorción y porosidad.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Concreto

El concreto es una mezcla de arena, grava, roca triturada u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta de cemento y agua (McCormac & Brown, 2017).

Por su parte (García, 2014), refiere que el concreto es un material duro, tiene similitud a la piedra y es el resultado del mezclado entre cemento, agregados (arena, piedra), agua y aire. Su única diferencia de las piedras es que el concreto puede ser formado según las dimensiones que se necesita, haciendo uso de formas o encofrados.

El concreto es el principal material que se utiliza en la industria de la construcción. Se caracteriza por ser heterogéneo y poroso, por tanto propenso al ingreso de agentes agresivos que causan su deterioro físico y químico afectando su durabilidad. La propiedad del concreto que facilita su ingreso es la permeabilidad. Según Mehta & Monteiro (2006), la permeabilidad es la propiedad del concreto que mide la velocidad de flujo de un ruido cuando pasa a través del concreto, depende de su relación agua/cemento, del tamaño máximo del agregado, el tiempo de curado y del tipo de cemento. Esta propiedad del concreto ha sido investigada ampliamente de tal manera que entidades internacionales han establecido ensayos normados que determinan el procedimiento a seguir para su medición a través de dos mecanismos:

capilaridad y permeabilidad. En este estudio se realizaron ensayos para medir la permeabilidad mediante la norma europea EN 12390-8.

Previamente, se precisa algunas características propias de las arenas, insumo interviniente en la preparación del concreto cemento-arena Las partículas del agregado son consideradas finas pues está dentro de los límites indicados en el grupo F (arenas finas) (Bautista, 2019, p. 112). El módulo de finura de la arena empleada es 1.62, valor que no se encuentra dentro de los límites establecidos por la ASTM C33 que debe ser mayor o igual a 2.3 y menor o igual a 3.1. (Bautista, 2019, p. 112). La superficie específica obtenida es de 54.60 cm2/g, valor alto que corresponde para arenas de partículas finas. A mayor valor de superficie específica del agregado, mayor será el área superficial a ser cubierta por pasta; entonces se requerirá mayor cantidad de agua y cemento para una determinada consistencia. (Bautista, 2019, p. 112).

El material que pasa la malla N° 200 es de 5.46%. La norma ASTM C33 recomienda, para los porcentajes máximos de material fino que pasa la malla N° 200 un valor de 3% en el agregado fino que se va a emplear en concretos sujetos a procesos abrasivos, y de un 5% en otros concretos. (Bautista, 2019, p. 112). Un pavimento de concreto cemento-arena preparado con esta arena tiene poca resistencia a la abrasión, siendo necesario cubrir el pavimento con una capa de refuerzo asfáltica. (Bautista, 2019, p. 112).

El peso específico promedio es de 2.64g/cm3, siendo este un valor promedio de los tres ensayos realizados. El porcentaje de absorción promedio resultó 0.60%. (Bautista, 2019, p. 112).

El peso unitario suelto promedio obtenido es de 1432 kg/m3. Este valor es útil para realizar las conversiones entre peso y el volumen. (Bautista, 2019, p. 113) El peso unitario compactado promedio es de 1643 kg/m3. (Bautista, 2019,

p. 113) El contenido de humedad encontrado al momento de elaboración de la mezcla fue de 5.17% y 4.29%, datos necesarios para realizar las correcciones por humedad del agregado en la dosificación de cada mezcla. (Bautista, 2019, p. 113).

Requisitos que debe cumplir el concreto:

Los principales requisitos que debe cumplir finalmente se refieren en estado endurecido, son la resistencia, durabilidad y economía (García, 2014). En ese sentido, no solo basta tener materiales de buena calidad mezclados en proporciones correctas, si no, se debe tener en cuenta factores de procesos de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado (Harmsen, 2005).

En este sentido implica debe tener la resistencia deseada, diseñada y especificada, uniforme, impermeable, resistente al clima, al uso y otros agentes destructivos. Es decir, debe tener características especiales (García, 2014).

Hoy en día, la selección de componentes, el diseño, la producción, la colocación y el manejo de la mezcla de concreto se han sofisticado y perfeccionando sin mayores costos, a tal punto de obtener el grado requerido de manejabilidad, fragua y endurecer a velocidad apropiada (Guzman, 2001).

1.2.2. Propiedades del concreto cemento - arena

Tabla 1. Propiedades del concreto en estado fresco

Características del concreto en estado fresco	Propiedades	Concepto	Factores que influyen
Caracteristica físico - mecánicas	Manejabilidad	Capacidad de compactación (Sanchez de Guzman, 2001)	• Contenido de agua • Fluidez de la pasta • Contenido de aire • Gradación del agregado
		Determina la habilidad de transportado,	• Forma y textura de los agregados

		colocado y vibrado sin segregación del concreto	• Relación pasta-agregados • Aditivos • Condiciones de clima • Condiciones de producción y colocación
	Consistencia	Estado de fluidez del concreto	• Cantidad de agua • Relación a/c • Proceso de mezcla • Cantidad de agua • Tipo de cemento
	Plasticidad	Estado de moldeable del concreto	• Tipo de cemento y agregados • Edad del Concreto • Contenido de aire y densidad • Calor de hidratación
	Segregación	Separación de materiales que forman la mezcla homogénea del concreto, que hacen que deje su uniformidad por falta de cohesión	• Gramulometria del agregado • Densidad • Mal mezclado • Mal vibrado • Mal transporte
	Exudación	Separación del agua con la mezcla durante el fraguado. Se mide ASTM C 232	• Distintas densidades • Temperaturas • Relación a/c • Contenido de aire • Clima
	Temperaturas	Dimensión física que afecta a todas las propiedades del concreto en estado plástico (asentamiento y contenido de aire)	•

Fuente: (Kosmatka et al., 2004).

1.2.2.1. Concreto en estado endurecido - Propiedades físicas

Tabla 2. Propiedades del concreto en estado endurecido

Características del concreto en estado fresco	Propiedades	Concepto	Factores que influyen
Característica físico-mecánicas	Impermeabilidad Porosidad Absorción Densidad	Capacidad del concreto para impedir el paso del agua a través de éste.	• Finura del cemento • Cantidad de agua • Compacidad
	Durabilidad	Habilidad de resistencia a la intemperie	•Sales •Clima •Relación a/c •Temperatura •Exposición a agentes químicos y externos •Diseño •Calidad de ejecución •Sistemas de protección •Curado
	Resistencia Térmica	Capacidad que le permite resistir cambios de temperatura	•Temperatura ambiente •Temperatura del agua •Incremento de la temperatura mayor a 300°C
Características Mecánicas	Resistencia a la Compresión	Esfuerzo máximo capaz de soportar el concreto bajo carga de aplastamiento	•Relación a/c •Edad del concreto •Influencia de los agregados •Cantidad de cemento •Tamaño máximo •Fraguado • Curado • Aditivos

Fuente: Adaptación de (Pacheco Flores, 2017).

A. Densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido

A mayor relación A/C empleada, se obtiene un mayor volumen de poros permeables (%). El volumen de poros permeables se reduce al pasar de una madurez de 7 a 28 días. (Bautista, 2019, p. 119).

La relación que existe entre el porcentaje de vacíos y la relación A/C es directa. El porcentaje de vacíos a los 28 días de curado es menor que a los 7 días. (Bautista, 2019, p. 130). La absorción disminuye ligeramente de 7 a 28 días. (Bautista, 2019, p. 97).

El volumen de poros permeables (vacíos) % para un concreto convencional, es aproximadamente la tercera parte del volumen de poros presentes en el concreto cemento-arena (Bautista, 2019, p. 120).

Los poros por aire atrapado corresponden a las burbujas de aire atrapado. En el concreto convencional, depende del tamaño máximo del agregado nominal empleado, este aumenta cuando menor es el tamaño. En el concreto cemento-arena que usa arena de granulometría fina, se genera dentro de la pasta un porcentaje alto de contenido de aire. (Bautista, 2019, p. 132). Los poros por aire atrapado, al permanecer dentro del concreto cemento-arena, ocupan un porcentaje considerable de volumen, por tanto se obtendrá una reducción importante en la resistencia a compresión y durabilidad. (Bautista, 2019, p. 132).

Granulometría de las arenas de diámetro de partículas fina, tiene un alto valor de superficie específica, exigiendo para la misma consistencia, más agua que una arena gruesa, cuyo contenido determina el espacio no llenado por los sólidos, lo que origina un mayor volumen de vacíos. La arena fina empleada, tiene más cantidad de granos en su unidad de volumen, por consiguiente, un mayor número de puntos de contacto entre sus granos. Al agregar agua, ésta produce una película y separa los granos por tensión superficial, lo que da origen a una mayor porosidad. (Bautista, 2019, p. 120).

Bautista (2019, p. 133), recomienda controlar y mantener húmedo el concreto cemento-arena durante la hidratación del cemento (curado), de manera

que se desarrolle mayor cantidad de gel en la pasta, así reducir los poros capilares y permeabilidad. (Bautista, 2019, p. 133).

Los criterios de porosidad efectiva para efectos de durabilidad consideran para el concreto cemento-arena un concreto de calidad inadecuada debido a que sus valores de porosidad son superiores a 15%; (porosidad efectiva <= 10% implica un concreto de buena calidad y compacidad de 10% -15% genera un concreto de moderada calidad. Bautista (Manual de Inspección, evaluación y diagnóstico de corrosión en estructuras de hormigón armado de la red DURAR) en (Bautista, 2019, p. 121, p131).

Los resultados de coeficiente de permeabilidad determinados por medio de la fórmula de Valenta, confirman que la porosidad obtenida de la norma ASTM C 642, influyen en forma determinante en el coeficiente de Darcy. La relación que existe entre el coeficiente de permeabilidad y la porosidad es directamente proporcional (Bautista, 2019, p. 131).

El ensayo para determinar la profundidad de penetración se efectúa según la NTC 4483 “Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua”. La permeabilidad en el concreto cemento-arena es mayor que un concreto convencional, y la relación existente entre la permeabilidad y la relación agua/cemento es directa. (Bautista, 2020, p.1).

La porosidad para cada relación A/C, tiene un valor proporcional a la profundidad media de penetración de la EN 12390-8. Sin embargo, se puede dar el caso que no cumpla esta relación debido a que la porosidad es la relación entre volumen de poros saturables de agua con respecto al volumen total de concreto, que comprende el volumen de sólidos y poros saturables como no saturables. (Bautista, 2019, p. 130, 131). Pero los poros saturables pueden ser continuos o discontinuos (ciegos); solo los poros continuos (que unen dos

superficies externas en el concreto) contribuyen con la permeabilidad. Ese nivel de conectividad influye en la permeabilidad. Es por esta razón que, es posible que dos materiales porosos tengan porosidades similares, pero permeabilidades diferentes. El porcentaje de vacíos es también conocido como volumen de poros permeables. (Bautista, 2019, p.130, p.131).

El coeficiente de permeabilidad (k) obtenido por medio de la norma NTC 4483, con curado húmedo por 28 días, es de 0.26×10^{-11}, 0.77×10^{-11} y 0.49×10^{-11} para concretos cemento-arena de relaciones agua/cemento de 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente. (Bautista, 2020, p.130).

La permeabilidad se define como la propiedad que rige la velocidad de flujo de un fluido en un sólido poroso. El concepto de permeabilidad se introduce en la ley de Darcy, quien experimentalmente comprobó que el caudal de agua por unidad de superficie que atravesaba un sólido poroso era proporcional al gradiente de presión entre las dos caras del mismo (Amoros et al, 1992). La ley de Darcy generalizada (suponiendo que la dirección de circulación es horizontal) viene expresada por la ecuación (Mehta, 1998):

$$\frac{dq}{dt} = \frac{K(\Delta HA)}{Lu}$$

Donde:

$\frac{dq}{dt}$: Velocidad de flujo del fluido

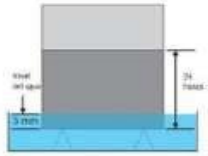
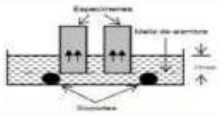
μ : viscosidad del fluido

Δ : Gradiente de presión

A : Área de la superficie

L : espesor del sólido

Figura 1. Normativa y procedimientos ejecución de ensayos de absorción capilar y permeabilidad

Medición	Norma	Observaciones	Grafico
Absorción capilar	ASTM C 1585 Método para medir la tasa de absorción de agua en concreto de cemento hidráulico	Determina la tasa de absorción capilar del concreto por medio de la medición del incremento de masa del espécimen cuando la superficie del concreto es expuesta al agua. La tasa de absorción o sortividad es la pendiente que mejor se ajusta a la absorción I (mm) versus √t.	
	SIA 262-1 Anexo A Determinación de la permeabilidad al agua del concreto	Emplea un parámetro denominado absorción capilar que se expresa en la forma $\frac{g}{m^2 x h}$	
	BS 1881-122: 2011 Ensayos de hormigón. Método para la determinación de la absorción de agua	La absorción medida de cada muestra se calcula como el aumento de la masa resultante de la inmersión expresada como un porcentaje de la masa seca del espécimen. Un factor de corrección de acuerdo con la relación de superficie a volumen de la muestra se obtendrá con la siguiente formula: $Factor\ de\ corrección = \frac{volumen\ (mm3)}{Area\ superficial\ (mm2) x\ 12.5}$	
	DIN 52 617 Medición de la absorción del agua	Las muestras se colocan en un soporte con malla de alambre en una bandeja que contiene agua de modo que el nivel de agua se mantenga 10 ± 1 mm por encima de la cara de succión como se muestra en la figura	
	ASTM C 642 Determinación de la densidad, la absorción de agua y los vacíos en el concreto endurecido	Este método mide la absorción de agua y vacíos en el concreto endurecido. Se calcula el volumen de espacios vacíos en base a la masa del especimen sumergido a als 24 horas, en agua en ebullición por 5 horas y su masa sumergida aparente.	
Permeabilidad	EN 12390-8:2000 Profundidad de penetración de agua bajo presión/ DIN 1048 Parte 5 Ensayo en concreto de permeabilidad al agua	Mide la profundidad de penetración de agua en muestras de hormigón sometida a 0,5 MPa (72,5 psi, 5 bar) de presión hidrostática durante un período de tres días.	
	Método Torrent-SIA 262-1 Anexo E	Sirve para medir el recubrimiento de hormigón permeabilidad al aire de forma no destructiva. El microprocesador almacena la información y calcula automáticamente el valor del coeficiente de permeabilidad al aire kT (m 2)	
	CRC C 163 92 Método estandar para permeabilidad al agua del concreto usando celda triaxial	Determina la permeabilidad al agua del hormigón utilizando una triaxial (o Hassler) celular. Los cálculos de la permeabilidad se basan en la ecuación de Darcy para flujos en un medio permeable. Se debe tener en cuenta que la presión de confinamiento no será mayor de la mitad de la resistencia a la compresión no confinada estimado del espécimen de concreto.	

B. Porosidad y Permeabilidad

El concreto, principal material que se utiliza en la industria de la construcción se caracteriza por ser heterogéneo y poroso, por tanto propenso al ingreso de agentes agresivos que causan su deterioro físico y químico afectando su durabilidad.

La propiedad del concreto que facilita el ingreso de agentes agresivos es la permeabilidad. Según Mehta (1998), la permeabilidad es la propiedad del concreto que mide la velocidad de flujo de un ruido cuando pasa a través del concreto, depende de su relación agua/cemento, del tamaño máximo del agregado, el tiempo de curado y del tipo de cemento. Esta propiedad del concreto ha sido investigada ampliamente de tal manera que entidades internacionales han establecido ensayos normados que determinan el procedimiento a seguir para su medición a través de dos mecanismos: capilaridad y permeabilidad. (Bustamante, 2017).

La mayoría de ensayos para medir la permeabilidad se basan en la norma europea EN 12390-8. La porosidad obtenida por medio de ASTM 642 para cada espécimen tiene un valor proporcional a la profundidad máxima de penetración de la EN 12390-8. No obstante en algunos especímenes no se cumple esta relación esto se debe a que la porosidad es la relación entre el volumen de poros saturables de agua con respecto al volumen total del concreto que incluye el volumen de sólidos y poros saturables como, también, los no saturables. (Bustamante, 2017).

Los poros saturables pueden ser continuos o discontinuos (ciegos), solo los poros continuos (que unen dos superficies externas en el concreto) contribuyen con la permeabilidad. Por lo tanto, es posible contar con una porosidad alta, pero con baja permeabilidad o viceversa.

El ensayo de permeabilidad del concreto al agua bajo presión debe realizarse siguiendo la norma EN 12390-8, no obstante son dos rutas las que se pueden tomar: ensayo durante 3 días para hallar solamente la profundidad de penetración del agua bajo presión o la norma modificada que indica durante 4 días para hallar el coeficiente de permeabilidad. (Bustamante, 2017).

C. Relación entre porosidad y permeabilidad

La porosidad es la relación entre el volumen de poros saturables de agua con respecto al volumen total del concreto que incluye el volumen de sólidos y poros saturables como no saturables. Pero los poros saturables pueden ser continuos o discontinuos (ciegos); solo los poros continuos (que unen dos superficies externas en el concreto) contribuyen con la permeabilidad. Se observa entonces que, el nivel de conectividad influye en la permeabilidad. Es por esta razón que, es posible que dos materiales porosos tengan porosidades similares, pero permeabilidades diferentes. El porcentaje de vacíos es también conocido como volumen de poros permeables. (Bautista, 2020, p. 131).

La porosidad decrece con el tiempo debido a la continua hidratación del cemento (Bustamante, 2017).

Además de los poros de aire grandes, la pasta de cemento hidratado contiene poros dentro de los sólidos hidratados y a menudo poros capilares dependiendo de la relación agua/cemento y el grado de hidratación. Los canales continuos pueden formarse debido a la deficiencia de hidratación o debido a las microgrietas en la pch y en el mortero que rodea el agregado grueso. (Bustamante, 2017).

Powers et al. (1954), indican que, el grado de permeabilidad es controlado principalmente por la porosidad capilar. Durante la hidratación adicional, los poros capilares se convierten en discontinuos y la permeabilidad es controlada

por los poros de gel. Dado que el sistema de poros capilares proporciona el camino para el ingreso de sustancias perjudiciales, la formación de un sistema de poros capilares discontinuos es altamente requerida. (Powers et al., 1954), también propuso que el curado húmedo del concreto endurecido pasado el punto de obtención de discontinuidad de poros capilares es de poco valor. (Bustamante, 2017).

La Red DURAR para estructuras de hormigón armado, según Bautista (2020, p. 131), afirma que, a partir de los criterios de porosidad efectiva para efectos de durabilidad, el concreto cemento-arena se considera un concreto de calidad inadecuada debido a que sus valores de porosidad son superiores a 15% (Bautista, 2020, p. 131)

La tabla 3 muestra la lista de los tiempos estimados requeridos para obtener pastas con poros discontinuos bajo condiciones estándar de laboratorio. El tiempo estuvo basado en hidratación de cemento tipo I. (Bustamante, 2017).

Tabla 3. Tiempo requerido para obtener una estructura de poros discontinuos

a/c	Tiempo requerido	Grado aproximado de hidratación requerido
0.40	3 días	0.50
0.45	7 días	0.60
0.50	14 días	0.70
0.60	6 meses	0.95
0.70	1 año	1.00
>0.70	Imposible	>1.00

Fuente: (Bustamante, 2017, p. 13)

D. Factores que influyen en la permeabilidad del concreto

1. **Relación agua/cemento**: utilización de bajas relaciones a/c compatibles con la trabajabilidad del concreto. La relación a/c idónea también depende del TM del agregado utilizado, la granulometría, la relación agregado grueso/cemento y el uso de aditivos. Por esta razón, aunque se recomiendan relaciones agua cemento cercanas a 0.30, este valor puede variar ante la influencia de las variables anteriores. (Fernández y Navas, 2011) en (Bustamante 2017).

2. **Curado:** la hidratación continua del cemento hace que el tamaño de los vacíos se reduzca. El concreto curado sin interrupción es menos permeable, no sólo por la no presencia de fisuras, sino también porque al evitar la evaporación temprana del agua de exudación, se previene la formación de redes capilares que permitan la libre circulación de agua (Niño, 2010) y que transporte iones agresivos. Para tener un curado adecuado se debe retener suficiente humedad por un tiempo determinado para que la hidratación (y reacciones puzolánicas, de ser el caso) ocurra. en (Bustamante 2017).

3. **Tipo de cemento:** este factor influye en la permeabilidad del concreto cuando se trata de cemento adicionados. Ceniza volante, escoria molida y puzolana natural generalmente reducen la permeabilidad y la absorción capilar del concreto bien curado (Kosmatka et al, 2004). (Bustamante, 2017).

4. **Agregados finos y gruesos bien graduados**: en el caso de la permeabilidad, no existen diferencias importantes entre el uso de agregados de forma redondeada o angulosa. Por otro lado respecto a la granulometría y el tamaño máximo, Crouch et al (2005) indican que granulometrías más uniformes y de tamaño máximo menor si disminuyen la permeabilidad del concreto, pero que su efecto no es tan pronunciado como la ganancia en resistencia que se obtiene (Fernández y Navas, 2011). También el tamaño máximo del agregado

influye en las microgrietas de la zona de transición entre el agregado y la pasta de cemento hidratado (Mehta, 1998) en (Bustamante 2017)

5. **Relación agregado fino/agregado grueso**: el porcentaje de agregado fino con respecto al agregado grueso (AF/AG) fue estudiado por Fernández et al (2001). En su estudio indican que valores entre 5% y 30% se recomiendan según el uso que se le quiera dar al concreto (Fernández y Navas, 2011). El límite inferior es recomendable para que la adherencia del pch con las partículas de agregado sea lo suficientemente fuerte como para evitar segregación y resistencias muy bajas. El límite superior es recomendable para generar resistencias mayores. Cabe agregar que el uso de agregado fino aumenta la trabajabilidad de las mezclas lo cual implica un beneficio en su manejo y colocación. (Bustamante 2017)

6. **Aditivos**: Según el reporte ACI 212.3R-10 los principales métodos de impermeabilización se resumen en tres grandes grupos: hidrofóbicos (constituido por jabones, ácidos grasos, aceites vegetales, petróleo, entre otros que reducen la absorción capilar pero no la presión de agua), sólidos finamente divididos (constituido por químicos inertes, y llenantes químicos activos que reducen la permeabilidad del concreto al aumentar la densidad o llenar los poros) y materiales por cristalización (constituido por químicos activos mezclados en cemento y arena que producen aumento de densidad de silicato de calcio hidratado que bloquean los poros y capilares del concreto). Estos aditivos se denominan reductores de permeabilidad (los que influencian en menor permeabilidad), ya que reducen la tasa en la cual el agua bajo presión se transmite a través del concreto. No obstante, el uso de otros tipos de aditivos, como los plastificantes, es con el objetivo de mejorar resistencias y no de afectar en forma importante la permeabilidad. (Bustamante 2017)

7. **Tratamientos en la superficie**: consiste en la impermeabilización con membranas adheridas, asfaltos y emulsiones en el caso de concreto

expuesto a presión. No se hace mayor énfasis en este tratamiento pues no es de aplicación dentro del concreto sino exterior. (Bustamante 2017).

E. Factores que influyen en la permeabilidad del concreto

La absorción de agua de la superficie del concreto depende de muchos factores: proporciones de la composición del concreto (relación agua/cemento), presencia de adiciones y materiales suplementarios, composición y características físicas del cemento y de los agregados, el aire incorporado, el tipo y duración de curado, el grado de hidratación o edad, la presencia de micro grietas, la presencia de tratamientos superficiales y el método de colocación incluido la consolidación y el acabado final. (ASTM C1585) en (Bautista, 2019).

1.2.2.2. Concreto en estado endurecido – propiedades mecánicas

A. Resistencia a la compresión

Carga última que pueden soportar las muestras de concreto antes de su fractura dividida por un área de sección transversal dada.

Se conoce que, a mayor relación A/C, menor será la resistencia a la compresión del concreto. La cantidad de agua para hidratar al cemento es de aproximadamente 28% en peso de cemento. Las pastas que tienen alta relación A/C contienen más agua que no interviene en el proceso de hidratación, el sobrante es agua libre. (Bautista, 2019, p.115). El agua sobrante tenderá a ser eliminada de la masa del concreto por evaporación, una parte de los espacios donde se encontraba serán ocupados por los compuestos de hidratación, conocido como gel, mientras el resto permanecerán vacíos, a éstos se denominan poros capilares; y, generan el aumento de porosidad y, por tanto, disminución de la resistencia y mayor permeabilidad. (Bautista, 2019, p.115, p.116).

B. Prueba de resistencia a la compresión

Es una de las pruebas más confiables y prácticas que se realiza al hormigón, porque proporciona información sobre numerosas propiedades del hormigón.

Las muestras tienen forma de cilindro, cubo o viga comprimidas por una carga progresiva entre la prueba de compresión y las placas del sistema (B.S, 2009). La calidad del hormigón se puede determinar simplemente cuando se identifica la resistencia a la compresión (Al Biajawi et al., 2022).

Muchos factores diferentes pueden contribuir a la variabilidad de los resultados de las resistencias a la compresión, (Bautista, 2019, p.117). Por ello se opta el análisis estadístico de los datos aplicando el informe ACI 214 *"Evaluación de los resultados de resistencia del concreto",* documento que establece una metodología de control de resultados, donde se analiza la desviación estándar y el coeficiente de variación. En la tabla 4 se muestra la norma para control de concreto de resistencias hasta de 35 Mpa.

Tabla 4. Norma de control de resistencia para f'c<= 35Mpa (ACI 214R-11)

Clase de operación	Coeficiente de variación para varios grados de control, %				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente
Control concreto en campo	Inferior a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	Superior a 6.0
Control concreto en laboratorio	Inferior a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	Superior a 5.0

Fuente: Propia

Tabla 5.Dispersión

Dispersión entre resultados de resistencia a la compresión de testigos					
Clase de operación	Coeficiente de variación para varios grados de control, %				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Aceptable	Deficiente
Control concreto en campo	Inferior a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	Superior a 6.0
Control concreto en laboratorio	Inferior a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	Superior a 5.0

Fuente. ACI 214R-11 en (Bautista, 2019, p. 118)

C. Influencia de la porosidad en la adherencia al acero

La porosidad del concreto es un factor crítico que influye en la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo. El concreto, por su constitución, contiene una gran cantidad de poros que, al estar interconectados, lo hacen permeable a líquidos y gases. Esta permeabilidad es de gran importancia para el proceso de corrosión del acero, ya que permite que el oxígeno y el agua se difundan hacia el refuerzo.

Cuando el acero se corroe, los productos de corrosión (óxido de hierro) ocupan un volumen hasta cuatro veces mayor que el acero original. A medida que se forma el óxido, ejerce una gran presión interna sobre el concreto circundante, lo que provoca la formación de grietas y, en consecuencia, una pérdida significativa de la adherencia entre el acero y el concreto. Un alto valor de la relación agua/cemento, al generar un exceso de agua que no queda retenida, provoca la formación de poros capilares, lo que afecta negativamente la adherencia. La porosidad en la interfaz acero-concreto ha sido un tema de estudio para determinar las consecuencias mecánicas en el sistema (López, A. L., 2014).

D. Influencia de la porosidad en la ductilidad del concreto

La porosidad tiene un impacto indirecto pero significativo en la ductilidad del concreto, especialmente en la transferencia de esfuerzos y el comportamiento del material bajo carga. La ductilidad se define como la capacidad de un material para deformarse plásticamente sin fracturarse. En el concreto, la ductilidad se puede mejorar mediante la adición de fibras, como las de acero. Estas fibras transfieren esfuerzos a través de la matriz de cemento mediante su adherencia, un mecanismo que se ve afectado por la pérdida de agua de los poros capilares.

El aumento en el contenido de fibras de acero mejora la ductilidad y la dureza del concreto. También se encontró que las fibras contribuyeron a una buena adherencia del concreto y a la asociación de poros con la etringita, lo que indica que la manipulación de la microestructura y la porosidad puede ser utilizada para mejorar las propiedades mecánicas del material, incluyendo su ductilidad. De manera similar, otras investigaciones han explorado el uso de materiales como fibras de bagazo de caña de azúcar para modificar las propiedades mecánicas del concreto, buscando mejorar la resistencia a la tracción, la dureza y la ductilidad (Cachay & Coronel, 2025).

1.3. Definición de términos básicos

Absorción: Proceso por el cual un líquido puede ser arrastrado dentro del sólido poroso y tiende a llenar los poros permeables. El volumen de espacio de poros en el concreto, a diferencia de la facilidad con la cual un fluido puede penetrarlo, se mide por la absorción. (López, 2004).

Acción capilar: Fenómeno de un cuerpo sólido de atraer y hacer subir por sus paredes, hasta cierto límite, el líquido que las moja, como el agua, y de

repeler y formar en su rededor un hueco o vacío con el líquido que no lo moja, como el mercurio. (López, 2004).

Concreto cemento-arena: Concreto constituido por la mezcla de ciertas proporciones de agregado fino, cemento, agua y opcionalmente aditivos. El agregado fino, tiene un módulo de fineza mucho menor al recomendado para las arenas como agregado fino para el concreto convencional por la norma ASTM (2.3 <módulo de fineza< 3.1).

Concreto convencional: Concreto de uso general ideal para cualquier construcción que no requiera de características especiales. Esta mezcla está compuesta por cemento, grava, arena, agua y eventualmente aditivos. (Bautista, 2020, p. 52).

Concretos de mediana resistencia: Concretos cuya resistencia a la compresión está comprendida entre 20,6 Mpa (210Kg/cm2), 27,5 Mpa (280 kg/cm2), 34,3Mpa (350 kg/cm2) y 41,2 Mpa (420 kg/cm2). (Madrigal & Meseguer, 2023).

Flujo: Fluido que atraviesa un medio poroso por medio de los poros entrecruzados que también se le llama sistema de poros (López, 2004).

Permeabilidad: Acción de un material que puede ser penetrado por agua o cualquier otro fluido. La permeabilidad depende de la forma en que la porosidad es distribuida dentro del concreto. La permeabilidad se refiere a la cantidad de migración de agua a través del concreto cuando el agua se encuentra a presión, o la capacidad del concreto de resistir la penetración del agua u otras sustancias (líquidos, gas, iones, etc.)

Poro de aire: espacio en la pasta de cemento, mortero u concreto, lleno con aire u otro gas.

Porosidad: espacios huecos que se atan entre sí debido al proceso de mezcla (una cierta cantidad de aire se mezcla con el concreto, y entre aire y agua toman un espacio dentro del concreto desde su elaboración, vertido en formas y durante las primeras etapas del fraguado), y de endurecimiento del concreto (donde los ingredientes más pesados tienden a asentarse en el fondo mientras los más livianos flotan hacia arriba donde se evapora o se exprime por los lados o el fondo. Según se exprime, al dejar el espacio que ocupó deja millones de huecos entrecruzados en todas direcciones.

Durabilidad del concreto: Capacidad para resistir a la acción del tiempo, los ataques químicos, la abrasión o cualquier otro proceso de deterioro. Generalmente la permeabilidad del concreto al agua, determina la velocidad de deterioro.

Capítulo II: Planteamiento del problema

2.1. Descripción del problema

El concreto es el material más utilizado en la construcción de infraestructura. Los estudios se han centrado en la búsqueda de alcanzar altas resistencias a la compresión al mezclar los elementos que lo componen convencionalmente o utilizando aditivos. Se incursionado hace ya unas décadas en buscar la manera de incrementar su durabilidad, la que se ha visto afectada fundamentalmente por el fenómeno de carbonatación, lo cual se genera por el ingreso a través de la porosidad del concreto de elementos como gases que agreden no solamente al concreto, sino también afectan a la estructura de refuerzo, desencadenando el fenómeno de corrosión del acero.

En el estado del arte de las propiedades físicas y mecánicas del concreto se encuentra que la relación agua/cemento influye en la porosidad, absorción, densidad y resistencia, entre otras propiedades, del concreto endurecido.

Una de las características del concreto endurecido es la citada porosidad, importante por los efectos negativos que puede ocasionar, tanto en la resistencia como en su durabilidad, dado que el concreto es poroso por naturaleza, en su masa están distribuidos aleatoriamente infinidad de poros de distintos tamaños y conectados entre sí configurando redes o diminutos túneles, a través de los cuales circula cualquier fluido. Esta naturaleza hace que las características iniciales del concreto puedan alterarse a través del tiempo; y, para garantizar su durabilidad se ha venido investigando en los concretos convencionales, obtenidos utilizando agregado grueso, pero no se encuentra en la literatura estudios sobre el particular que hayan evaluado estas propiedades en los concretos cemento-arena, que tradicionalmente se utiliza en la Selva Baja de la Amazonía Peruana.

Sobra la influencia de la relación agua/cemento en la absorción, la densidad y la propia resistencia existen variados estudios que han incluido agregados

gruesos de origen y naturaleza variada, pero igualmente no se cuenta con estudios definitivos de estas propiedades en los concretos cemento-arena.

En la construcción de la infraestructura empleando concreto cemento-arena, se requiere investigar sus características físicas y mecánicas para prever un mejor desempeño, garantizándose estructuras durables, ambientalmente sostenibles y construidas utilizando materiales existentes en el medio.

Para resolver esta situación problemática, el problema se formula de la siguiente manera:

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿En qué medida influye la relación agua / cemento en la porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento – arena de mediana resistencia?

2.2.2. Problemas específicos

1. ¿En qué medida influye la relación agua/cemento en la porosidad del concreto cemento – arena de mediana resistencia?
2. ¿En qué medida influye la relación agua/cemento en la absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia?
3. ¿En qué medida influye la relación agua/cemento en la densidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia?
4. ¿De qué manera influye la relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Estudiar la correlación entre la relación agua / cemento y las propiedades de porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento – arena de mediana resistencia.

2.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la porosidad del concreto cemento – arena de mediana resistencia.

2. Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia.

3. Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la densidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia.

4. Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

H**1**: La relación agua / cemento influye directamente proporcional en las propiedades de porosidad y absorción e inversamente proporcional en la densidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia a los 28 días de curado.

2.4.2. Hipótesis específicas

$H1_1$: La relación agua / cemento influye directamente proporcional en la propiedad de porosidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia a los 28 días de curado.

H12: La relación agua / cemento influye directamente proporcional en la propiedad de absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia a los 28 días de curado.

H13: La relación agua / cemento influye inversamente proporcional de en la propiedad de densidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia a los 28 días de curado.

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de las variables

Variable Independiente: X
X= Relación agua /cemento de mezclas de concreto

Variable Dependiente: Y
Y: Propiedades de porosidad, absorción y densidad del concreto cemento – arena de mediana resistencia.

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables

Relación agua/cemento: Razón entre el contenido efectivo de agua y el contenido de cemento en masa del concreto en estado fresco. El contenido efectivo de agua es la diferencia entre el agua total presente en el concreto fresco y el agua absorbida por los agregados (áridos); mientras que el contenido de

cemento en masa del concreto se refiere a los kilos de cemento Portland empleados en la elaboración de la mezcla. Este concepto fue desarrollado por el investigador norteamericano Duff A. Abrams en 1918.

Porosidad: Medida del volumen total de los poros que se encuentra en la estructura interna del concreto endurecido; básicamente, depende de la relación entre el agua y el cemento utilizados (A/C), el grado de hidratación del cemento, el volumen de aire atrapado y las proporciones entre los agregados fino y grueso. De esta propiedad dependen en parte la resistencia a la compresión y la durabilidad del concreto. (López, 2004)

Absorción: Proceso por el cual un líquido es arrastrado dentro de un cuerpo sólido poroso y tiende a llenar los poros permeables del mismo. Aumento de la masa de un cuerpo sólido poroso resultante de la penetración de un líquido dentro de sus poros permeables. (López, 2004)

Densidad del concreto: Cantidad de peso del concreto por unidad de volumen. La densidad del concreto tiene relación directa con los elementos que se utilizan para su elaboración (grava, piedra chancada, arena, agua, cemento, aditivos), por lo que conservando un mismo volumen ésta puede variar. Las variaciones de la densidad, dependen de la cantidad y tamaño de áridos, cemento que contenga la mezcla, así como de la cantidad de agua usada en su composición y el aire atrapado contenido en su interior al secarse. El concreto estructural convencional tiene una densidad que varía entre los 2300 a 2400kg/m3; pero, la densidad del concreto cemento- arena está por debajo de esos valores.

2.5.3. Operacionalización de variables

Tabla 6. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión operacional	Indicadores	índices
X_1: Relación agua /cemento	Relación agua/cemento	Relación agua /cemento	Estado fresco del concreto	-Relación a/c - Consistencia - Asentamiento -Peso unitario	Proporción A/C: 0.45, 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75 Seca, Plástica, Blanda, Fluida, Líquida. [pulg] Kg/m3 % % kg/m³
Y_1: Propiedades de porosidad, absorción y densidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia	Propiedades en estado endurecido del concreto cemento-arena.	Porosidad: indicador importante del desempeño de durabilidad del hormigón (Cao, 2023). Absorción: propiedad importante del hormigón , que tiene el potencial de ser aplicada como descriptor representativo para reflejar y predecir la durabilidad del hormigón(Zhuang et al., 2022). Densidad: propiedad física importante que se refiere a la cantidad de masa por unidad de volumen del material comúnmente oscila entre 2,200 kg/m³ y 2,500 kg/m³.	Estado endurecido del concreto	-Porosidad -Absorción -Densidad	Unidades físicas

Fuente: Propia

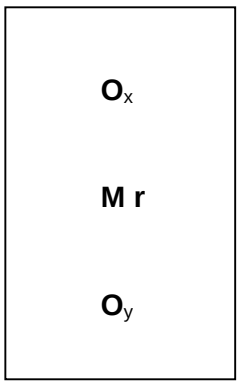
Capítulo III: Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo: El tipo de estudio es descriptivo, de enfoque cuantitativo.

Diseño de investigación: Cuasi experimental.

Figura 1.Diseño:



Donde:

M: Muestra. Representa las propiedades del concreto.

O: Información relevante de interés recogidas de la muestra.

X: Propiedades físicas del concreto

Y: Resistencia a la compresión del concreto

3.2. Población y muestra

Población: Constituida por el universo de diseños de concreto cemento-arena. La resistencia de diseño es de 210<=f'c<=340 kg/cm2

Muestra: Conformada por especímenes de concreto cemento – arena, obtenido a partir del diseño óptimo de relación A/C, determinado por diseños preliminares con relación agua / cemento (a/c) 0.45, 0.50, 0.60, 0.70, 0.75. Los materiales fueron: Cemento portland Tipo I (Marca Sol Tipo I); agregado fino, arena con módulo de fineza < 1.8 procedente de cantera en explotación de la carretera Iquitos-Nauta; y, agua potable.

Las muestras estarán conformadas de la siguiente manera:

Figura 2. Muestra patrón

Muestra patrón: 210<= f'c

Tabla 7. Distribución Muestra

Resistencia a la compresión y otros (probetas cilíndricas)						
Dosificación	Unidades					Días de curado
óptima	a/c 0.45	a/c 0.50	a/c 0.60	a/c 0.70	a/c 0.75	7
	5	5	5	5	5	
	5	5	5	5	5	28
Total, probetas	5 testigos a moldear x 2 días a evaluar x 5 diseños x 1 ensayos = 50 probetas					

Fuente: Propia

Tabla 8. Distribución Muestra

Densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido (probetas cilíndricas de 4" x 8")						
Dosificación	Unidades					Días de curado
óptima	a/c 0.45	a/c 0.50	a/c 0.60	a/c 0.70	a/c 0.75	7
	3	3	3	3	3	
	3	3	3	3	3	28
Total probetas	3 testigos a moldear x 2 días a evaluar x 5 diseños = 30 probetas					

Fuente: Propia

Para el ensayo de permeabilidad (profundidad de penetración) las muestras serán cilíndricas de 15 cm de diámetro y 15 cm de altura de concreto endurecido. Se elaborará 6 especímenes por cada relación

agua/cemento.

Tabla 9. Distribución Muestra

Profundidad media de penetración (probetas cilíndricas)						
Dosificación	Unidades					Días de curado
óptima	a/c 0.45	a/c 0.50	a/c 0.60	a/c 0.70	a/c 0.75	28
	6	6	6	6	6	
Total probetas	6 testigos a moldear x 1 día a evaluar x 5 diseños = 30 probetas					

Fuente: Propia

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas:

a. Observación

Esta técnica se aplicó durante el ensayo granulometría de los agregados (NTP 400.012:2013; ASTM C136 / C136M – 14).

Así mismo, durante el diseño de mezcla, en el estado fresco del concreto (durante la toma del asentamiento, temperatura y ver el fraguado del concreto); y durante los ensayos de compresión y porosidad, absorción y densidad, en el concreto en estado endurecido.

b. Análisis de contenido

A realizar durante la aplicación cualitativa de estudios en la etapa inicial del desarrollo de esta investigación, que permita analizar y comprender los diferentes estudios relacionados.

3.3.2. Instrumentos:

a. Guías de observación

Este instrumento será utilizado para ayudar a organizar y dirigir las observaciones a las variables de estudio durante la realización de los ensayos, en estado fresco y endurecido del concreto cemento -arena. Desarrollando, de este modo una guía estructurada de las variables a observar.

b. Fichas de registro

Las fichas de registro serán elaboradas a partir de las existentes en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales, previamente a realización de cualquier ensayo, para su uso durante el trabajo de gabinete y laboratorio.

c. Instrumentos de laboratorio

Instrumentos digitales.

Instrumentos mecánicos.

3.3.3. Procedimiento de recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos será progresivo.

Inicialmente se cotejaran estudios que anteceden a esta investigación y por consiguiente, fuentes y bases teóricas que acompañen el sustento técnico necesario.

La recolección de datos se efectuará en dos etapas:

Trabajo de gabinete: escrutinio de proyectos relacionados y/o que anteceden al estudio, así como fuentes y bases teóricas que sustenten información consistente para trabajar las variables a estudiar.

Trabajo de Campo: Se aplicará durante la recolección de las muestras de agregado fino, los cuales fueron extraídos de la cantera correspondiente, emplazada en las inmediaciones de la Carretera Iquitos-Nauta y posteriormente serán trasladadas al laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la UCP, debidamente registrados y contenidos en envases adecuados.

Trabajo Laboratorio: Consistirá en la realización de todos los ensayos durante el estado fresco y endurecido del concreto.

Trabajo de gabinete: Se realizará durante la etapa posterior a los ensayos con fines de procesar los datos registrados durante los ensayos, y la redacción de conclusiones y recomendaciones del Informe Final de Tesis.

Tabla 10. Ensayos de agregados y normativa aplicada

ENSAYO	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Muestreo de los agregados	NTP 400.010	ASTM C 702 ASTM D-75
Requisitos para clasificación de agregados		ASTM C-33
Límites de gradación del agregado fino	NTP 400.037	ASTM C-33
Peso unitario o peso aparente del agregado fino: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.)	NTP 400.017	ASTM C -29
Peso específico, gravedad específica o densidad real; y, absorción de agregados finos	NTP 400.022	ASTM C-128
Contenido de humedad del agregado fino	NTP 339.185	ASTM C-566
Granulometría del agregado fino	NTP 400.012	
Módulo de finura	NTP 400.011	ASTM C-125
Material fino que pasa la malla N° 200 (o sustancias perjudiciales)	NTP 400.018	ASTM C-117
Límites de gradación del agregado grueso	NTP 400.037	ASTM C-33
Peso unitario o peso aparente del agregado grueso: Peso Unitario Suelto (P.U.S.) y Peso Unitario Compactado o varillado (P.U.C.)	NTP 400.017	ASTM C- 29
Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso	NTP 400.022	ASTM C-127
Contenido de Humedad del agregado grueso	NTP 339.185	ASTM C-566
Granulometría del agregado grueso	NTP 400.012	ASTM C-136
Módulo de finura del agregado grueso	NTP 400.011	
Agregado Global (mezcla de agregado grueso y fino participante en la mezcla): Curvas Teóricas y Husos Totales		ASTM C-33 Husos DIM 1045

Fuente: Propia

Tabla 11. Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada

Ensayo	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Consistencia (Asentamiento)	NTP 339.035	ASTM C- 143
Contenido de aire atrapado	NTP 339.	
Temperatura	NTP 339.	
Peso unitario	NTP 339.046	ASTM C-138

Fuente: Propia

Tabla 12. Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada

Ensayo	Norma Técnica Peruana: NTP	Norma Técnica ASTM: ASTM
Refrentado de testigos	NTP 339.037 (2008)	
Resistencia a la compresión	NTP 339.034 (2008)	ASTM C- 39
Densidad Absorción Vacíos (en el concreto endurecido)	"Determinados a los 28 días de curado"	ASTM C-642-97

Fuente: Propia

3.4. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento de la información será desarrollado de forma computarizada, con los procesadores del paquete de Microsoft, Word y Excel para la redacción de textos y creación de fichas de registros, respectivamente, así también el paquete de SPSS para las pruebas estadísticas.

Este proceso permitirá convertir los datos sin procesar en información relevante y útil en la toma de decisiones, importantes para la interpretación de resultados, hipótesis y conclusiones.

Respecto al análisis de datos estadísticos, se aplicará el nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%) y un intervalo de confianza $(1 - \alpha) = 0.95$ (95%) de análisis de varianza – ANOVA.

El análisis de los datos consistió en estadística descriptiva (media y desviación estándar), pruebas de diferencia de medias (Levene y Student), y análisis de regresión lineal (método de mínimos cuadrados). (Solís-Cárcamo, Romel G., Moreno, Eric I., & Arjona-Otero, Erick., 2012).

Tabla 13. Análisis granulométrico por tamizado

Ensayo	% que pasa la malla N° 2200	Módulo de fineza	Superficie específica	PUS	PUS % Vacíos	PUC	% Vacíos PUC	Peso específico	% de absorción
	Valor	Valor	Valor	valor	Valor	valor	Valor	Valor	Valor
1	3.15	1.63	66.82	1.44		1.61		2.67	0.74
2	3.91	1.67	64.49	1.44		1.61		2.64	0.67
3	3.21	1.64	66.72	1.45		1.61		2.70	0.62
Prom.	3.42	1.65	66.010	1.441	46.70	1.610	40.24	2.668	0.68

Fuente: Propia

Esta tabla resume las propiedades físicas de la arena utilizada como agregado fino en la investigación, la cual es una arena marginal, cuyo 3.42% pasa la malla # 200, tiene 1.65 de módulo de fineza y 66.01 cm2/g de superficie específica, su peso unitario suelto (PUS) de 1.44 g/cm3, su peso unitario compactado (PUC) de 1.61 g/cm3 y un porcentaje de vacíos de 46.70%, así como con un peso específico de 2.668g/cm³ y 0.68% de absorción.

Tabla 14. Diseño de concreto Relación, A/C=0.45; A/C=0.50; A/C=0.60; A/C=0.70; A/C=0.75

Relación A/C	0.45	0.50	0.60	0.70	0.75
Cemento [Kg/m3]	673.06	600.38	510.18	444.59	412.82
Cemento [bol.]	15.84	14.13	12	10.46	9.71
Agua [lt/m3]	302.89	300.19	306.13	311.23	309.64
Agregado fino [kg/m3]	1180.64	1228.22	1296.72	1338.9	1357.74

Fuente: Propia

Esta tabla muestra la dosificación de los componentes del concreto para las diferentes relaciones agua/cemento (A/C) investigadas: 0.45, 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75.

La cantidad de cemento en kg/m³ varía inversamente con la relación A/C. Se utiliza la mayor cantidad de cemento (673.06 kg/m³) para la relación A/C de 0.45 y la menor (412.82 kg/m³) para la de 0.75. Esto demuestra que una menor relación A/C requiere más cemento para mantener las propiedades de la mezcla.

La cantidad de agregado fino en kg/m³ aumenta a medida que la relación A/C es mayor, pasando de 1180.64 kg/m³ con A/C 0.45 a 1357.74 kg/m³ con A/C 0.75.

A primera vista, la cantidad de agua en litros/m³ parece no seguir una tendencia directa, variando entre 302.89 L/m³ y 311.23 L/m³. Sin embargo, esta aparente inconsistencia puede explicarse por la naturaleza del diseño de la mezcla, donde el objetivo principal es lograr una relación A/C específica manteniendo una trabajabilidad adecuada (asentamiento).

Tabla 15. Características físicas del concreto en estado fresco

Relación A/C	0.45	0.50	0.60	0.70	0.75
Peso unitario concreto fresco [kg/m3]	2156.58	2128.78	2113.04	2094.71	2080.2
Contenido de aire atrapado (Método gravimétrico) [%]	3.01	3.89	3.69	3.76	4.25
(Slump) [pulg] Asentamiento	3½"	3½"	35/8"	3¼"	3 5/8"
Temperatura de la mezcla [°C]	31.90	32.00	32.40	32.20	32.00

Fuente: Propia

El peso unitario disminuye a medida que la relación A/C aumenta, variando de 2156.58 kg/m³ para A/C 0.45 a 2080.20 kg/m³ para A/C 0.75. Esta disminución se relaciona con la reducción de la cantidad de cemento y el aumento de agua, que tiene menor densidad.

Los valores de contenido de aire atrapado varían entre 3.01% y 4.25%. El contenido de aire es un factor clave que afecta tanto a la resistencia como a la durabilidad.

Los resultados del asentamiento (Slump) se mantienen relativamente constantes, variando entre 3 ¼" y 3 ⅝". Este rango indica que se logró una consistencia plástica adecuada en todas las mezclas, lo cual es importante para asegurar que se puedan colocar y compactar correctamente.

La temperatura de la mezcla se mantuvo relativamente constante, con valores que oscilan entre 31.90°C y 32.40°C. Mantener una temperatura de mezcla controlada es importante para asegurar un fraguado y endurecimiento correctos, evitando la evaporación rápida del agua y la formación de porosidad adicional.

Tabla 16. Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido a los 7 días

Item	**Descripción**	**Relación A/C 7 días**				
		0.45	**0.50**	**0.6**	**0.7**	**0.75**
1	Absorción después de inmersión (%)	10.66	11.21	11.85	12.44	13.38
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	9.59	10.18	10.63	11.23	13.76
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.92	1.92	1.89	1.85	1.78
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.12	2.14	2.12	2.08	2.02
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.10	2.12	2.10	2.06	2.03
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.35	2.39	2.37	2.34	2.36

7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	18.38	19.53	20.11	20.76	24.49

Fuente: Propia

Tabla 17. Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido a los 28 días

Item	**Descripción**	**Relación A/C 28 días**				
		0.45	**0.50**	**0.6**	**0.7**	**0.75**
1	Absorción después de inmersión (%)	10.26	10.47	11.06	11.75	12.49
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	8.91	9.38	10.11	10.34	12.73
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.96	1.95	1.89	1.91	1.87
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.16	2.15	2.10	2.13	2.10
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.13	2.13	2.08	2.10	2.11
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.38	2.39	2.34	2.38	2.46
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	17.46	18.28	19.13	19.70	23.81

Fuente: Propia

La absorción de agua aumenta con la relación A/C. A los 28 días, el concreto con A/C 0.45 tiene una absorción del 10.26%, mientras que el de A/C 0.75 tiene un 12.49%. Esto confirma que una mayor cantidad de agua en la mezcla inicial crea una red de poros más interconectada, aumentando la capacidad de absorción del concreto.

Los resultados muestran una clara relación inversa con la relación A/C. A los 28 días, el concreto con la menor relación A/C (0.45) tiene la mayor densidad seca (1.96 g/cm³), mientras que el de la mayor relación A/C (0.75) tiene la menor densidad (1.87 g/cm³). Este comportamiento es consistente con el principio de que un menor contenido de agua y un mayor contenido de cemento resultan en una matriz más densa y con menos poros.

Al igual que la absorción, el volumen de poros permeables se incrementa con la relación A/C. A los 28 días, el valor más bajo de porosidad es 17.46% (A/C 0.45) y el más alto es 23.81% (A/C 0.75).

Tabla 18. Resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión - Cemento APU Tipo GU					
Días de curado	Relación A/C				
	0.45	0.50	0.60	0.70	0.75
7	329	295	229	164	122
28	399	372	277	221	156

Fuente: Propia

La resistencia disminuye significativamente a medida que aumenta la relación A/C. A los 28 días, la resistencia máxima fue de 399 kg/cm² con una relación A/C de 0.45, mientras que la mínima fue de 156 kg/cm² con A/C 0.75. Esto confirma la relación inversa entre la relación agua/cemento y la resistencia del concreto.

Capítulo V: Discusión, conclusiones y recomendaciones

5.1. Discusión.

En la presente investigación se elaboró concreto cemento-arena, con arena marginal, cuyo 3.42% pasa la malla # 200, tiene 1.65 de **módulo de fineza** y 66.01 cm2/g de **superficie específica,** su peso unitario suelto (PUS) de **1.44** g/cm3 y un porcentaje de vacíos de 46.70%, así como con un peso específico de 2.668g/cm³ y 0.68% de absorción.

Bautista (2022), como parte de su investigación, estudió la densidad, absorción y vacíos en el concreto endurecido, usando mezcla preparada con arena de 1.62 de módulo de finura, superficie específica de 54.60 cm2/g y 5.46% de material que pasa la malla N° 200, un % de absorción de 0.60%, preparados para diferentes relaciones agua/cemento: 0.55, 0.60, 0.70 y 0.75.

En la presente investigación se encontró una correlación entre la relación A/C = 0.45, 0.50, 0.60, 0.70, y 0.75 y las propiedades de porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento – arena de mediana resistencia, comprendida entre 210kg/cm2 y 385kg/cm2. La relación agua/cemento influye directamente proporcional en la porosidad del concreto cemento – arena de mediana resistencia, tanto a los 7, como a los 28 días de curado. El valor más bajo de porosidad se logró para la relación A/C = 0.45 y el más alto para la relación A/C=0.75. El valor de la porosidad para A/C=0.45 de 17.46 pasó a 18.28, 19.13, 19.70 y a 23.81 para la relación A/C= 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente. La relación agua/cemento influye directamente proporcional en la absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más bajo de absorción se logró para la relación A/C=0.45 y el más alto para la relación A/C = 0.75. El valor de la porosidad para A/C=0.45 de 10.26 pasó a 10.47, 11.06, 11.75 y a 12.49 para la relación A/C= 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente. La relación agua/cemento influye inversamente proporcional en la densidad global después de la inmersión del concreto cemento-arena de mediana resistencia,

tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más alto de esta densidad se alcanzó para la relación A/C=0.45 y el más bajo para la relación A/C = 0.75. El valor de la densidad para A/C=0.45 de 2.16 gr/cc pasó a 2.15, 2.10, 2.13 y a 2.10 gr/cc para la relación A/C= 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente.

La relación agua/cemento influye inversamente proporcional en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más alto de resistencia a la compresión se alcanzó para la relación A/C=0.45 y el más bajo para la relación A/C = 0.75. El valor de la resistencia para A/C=0.45 de 399 kg/cm2 pasó a 372, 277, 221 y 156kg/cm2 para la relación A/C= 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente.

Por su parte, Bautista (2019, p.94), para una relación A/C=0.60 para los 7 y 28 días de curado encontró una densidad seca global (bruta) de 1.879 g/cm3 y 1.887 g/cm3, respectivamente. Una densidad aparente de 2.352 g/cm3 y 2.346 g/cm3. Una absorción después de inmersión de 10.29% y 10.12%, respectivamente. Y un volumen de espacio de poros permeables (vacíos) de 20.10% y 19.60%. (Bautista, 2019, p. 94).

Bautista (2019, p.95), Para una relación A/C=0.70 para los 7 y 28 días de curado encontró una densidad seca global (bruta) de 1.819 g/cm3 y 1.843 g/cm3, respectivamente. Una densidad aparente de 2.325 g/cm3 y 2.319 g/cm3. Una absorción después de inmersión de 10.99% y 10.56%, respectivamente. Y un volumen de espacio de poros permeables (vacíos) de 21.75% y 20.48%. (Bautista, 2019, p. 95).

Bautista (2019, p.95), Para una relación A/C=0.75 para los 7 y 28 días de curado encontró una densidad seca global (bruta) de 1.820 g/cm3 y 1.816 g/cm3, respectivamente. Una densidad aparente de 2.348 g/cm3 y 2.288 g/cm3. Una absorción después de inmersión de 11.00% y 10.94%, respectivamente. Y un

volumen de espacio de poros permeables (vacíos) de 22.50% y 20.60%. (Bautista, 2019, p. 95).

Bautista (2019, p. 96) observó que a menor relación A/C empleada, se obtiene una mayor densidad seca. La densidad seca solo aumenta ligeramente de 7 a 28 días de curado. (Bautista, 2019, p.96). A mayor relación A/C empleada, obtuvo mayor absorción después de la inmersión. La absorción disminuye ligeramente de 7 a 28 días. (Bautista, 2019, p.97). A mayor relación A/C empleada, obtuvo mayor % de volumen de poros permeables; este porcentaje se reduce de 7 a 28 días de curado. (Bautista, 2019, p.99).

5.2. Conclusiones.

A partir de los resultados encontrados se concluye:

Existe correlación entre la relación A/C = 0.45, 0.50, 0.60, 0.70, y 0.75 y las propiedades de porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento – arena de mediana resistencia, comprendida entre 210kg/cm2 y 385kg/cm2.

La relación agua/cemento influye directamente proporcional en la porosidad del concreto cemento – arena de mediana resistencia, tanto a los 7, como a los 28 días de curado. El valor más bajo de porosidad se logró para la relación A/C = 0.45 y el más alto para la relación A/C=0.75. El valor de la porosidad para A/C=0.45 de 17.46 pasó a 18.28, 19.13, 19.70 y a 23.81 para la relación A/C= 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente.

La relación agua/cemento influye directamente proporcional en la absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más bajo de absorción se logró para la relación A/C=0.45 y el más alto para la relación A/C = 0.75. El valor de la porosidad para A/C=0.45

de 10.26 pasó a 10.47, 11.06, 11.75 y a 12.49 para la relación A/C= 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente.

La relación agua/cemento influye inversamente proporcional en la densidad global después de la inmersión del concreto cemento-arena de mediana resistencia, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más alto de esta densidad se alcanzó para la relación A/C=0.45 y el más bajo para la relación A/C = 0.75. El valor de la densidad para A/C=0.45 de 2.16 gr/cc pasó a 2.15, 2.10, 2.13 y a 2.10 gr/cc para la relación A/C= 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente.

La relación agua/cemento influye inversamente proporcional en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia, tanto a los 7 como a los 28 días de curado. El valor más alto de resistencia a la compresión se alcanzó para la relación A/C=0.45 y el más bajo para la relación A/C = 0.75. El valor de la resistencia para A/C=0.45 de 399 kg/cm2 pasó a 372, 277, 221 y 156kg/cm2 para la relación A/C= 0.50, 0.60, 0.70 y 0.75, respectivamente.

5.3. Recomendaciones.

Proseguir con esta línea de investigación, estudiando las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento -arena, elaborados con arenas marginales.

Realizar estudios sobre la permeabilidad del concreto cemento-arena empleando aditivos reductores de permeabilidad, para poder comparar y hacer buen uso de los mismos, adoptada en la línea de (Bautista, 2021, p. 133).

Referencias bibliográficas

Akkaya, A., & Çağatay, İ. H. (2021). Investigation of the density, porosity, and permeability properties of pervious concrete with different methods. *Construction and Building Materials*, *294*, 123539. Construcción y materiales de construcción, Volumen 294, 2 de agosto de 2021, 123539. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123539.

Al Biajawi, M. I., Embong, R., Muthusamy, K., Ismail, N., & Obianyo, I. I. (2022). Recycled coal bottom ash as sustainable materials for cement replacement in cementitious Composites: A review. Construction and Building Materials, 338, 127624. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.127624

Alemu, A. S., Yoon, J., Tafesse, M., Seo, Y.-S., Kim, H.-K., & Pyo, S. (2021). Practical considerations of porosity, strength, and acoustic absorption of structural pervious concrete. Case Studies in Construction Materials, 15, e00764.

Angelin, A. F., Lintz, R. C. C., Gachet-Barbosa, L. A., & Osório, W. R. (2017). The effects of porosity on mechanical behavior and water absorption of an environmentally friendly cement mortar with recycled rubber. Construction and Building Materials, 151, 534-545. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.061

Álvarez Hilorio, Stefany Smith & Coriat Zavaleta, Christian Gerard. Estudio de la densidad, porcentaje de absorción, y vacíos del concreto cemento-arena empleando la norma ASTM C 642, Iquitos - 2024.

ASTM C 642-97 (2004), Standard test method for density, absorption, and voids in hardened concrete, ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, USA.

Bautista Serpa L. (2019). La permeabilidad al agua en el concreto cemento-arena. Indicador durabilidad, Iquitos - 2019. Tesis para optar el grado de magister en Comunicación y Desarrollo Sostenible. Universidad Científica del Perú. Escuela de Posgrado.

Bustamante, I. G. (2017). Estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Cao, C. (2023). Prediction of concrete porosity using machine learning. Results in Engineering, 17, 100794. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100794

DURAR, R. (1998). Manual de Inspección, Evaluación y Diagnóstico de Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado. Madrid, España: CYTED Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

García, I. J. E. O. (2014). Diseño de estructuras de concreto armado. Tomo I. Editorial Macro.

Gokulanathan, V., Arun, K., & Priyadharshini, P. (2021). Fresh and hardened properties of five non-potable water mixed and cured concrete: A comprehensive review. Construction and Building Materials, 309, 125089. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.125089

Guzman, D. S. de. (2001). TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y DEL MORTERO. Pontificia Universidad Javeriana.

Harmsen, T. E. (2005). Diseño de Estructuras de Concreto Armado. Fondo Editorial PUCP.

Kosmatka, S. H. más 3, Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). Diseño y control de mezclas de concreto (Primera edición). Portland Cement Association.

Lamus, F., & Andrade, S. (2015). Concreto reforzado: Fundamentos. Ecoe Ediciones. Disponible en:

https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=PcS4DQAAQBAJ&oi=fnd&pg

López Orozco, J.O. (2004). Porosidad del concreto. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Civil.

McCormac, J. C., & Brown, R. H. (2017). Diseño de concreto reforzado. Alpha.

Editorial. Disponible en:

hhttps://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=jfR5EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=P5&dq=la+importancia+del+agua+en+el+concreto&ots=im9hCRKj&sig=BC3sWyhtcnlknKjSnaBRjjTA62k.

Mehta, P.K. (1998). Concreto: estructura, propiedades y materiales. IMCYC

Mehta, P., & Monteiro, P. (2006). Microestructure, Properties and materials. New Jersey.: 2nd ed. Prentice-Hall International series in civil engineering and engineering mechanics.

Mehta, P., & Monteiro, P. (2006). Microestructure, properties and Materials. Berkeley: Third Edition, Department of Civil and Environmental Engineering University of California at Berkeley. Disponible en: https://www.academia.edu/34809672/Concrete_Microstructure_properties_and_Materials

Miller, S. A., & Moore, F. C. (2020). Climate and health damages from global concrete production. Nature Climate Change, 10(5), 439-443. Disponible en: https://doi.org/10.1038/s41558-020-0733-0

Muñoz Pérez S.P., Burga Carrasco J.J., Córdova Guerreo, R., Castro Palma, J.A., Bonilla Bances K.E., & Ramos Castillo, S.E. (2021). Uso del aditivo mineral como modificador de las propiedades mecánicas en el concreto: una revisión. Métodos y materiales. Publicación anual. Volumen 11. Diciembre 2021. ISSN electrónico: 2215 - 4558.

Nandhini, K., & Karthikeyan, J. (2021). The early-age prediction of concrete strength using maturity models: A review. Journal of Building Pathology and Rehabilitation, 6(1), 7. https://doi.org/10.1007/s41024-020-00102-1.

Pacheco Flores, L. M. (2017). Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Universidad José Carlos Mariátegui. https://repositorio.ujcm.edu.pe/handle/20.500.12819/226

Sánchez de Guzmán, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero. Pontificia Universidad Javeriana.

Solís-Carcaño, Rómel G., Moreno, Eric I., &Arjona-otero, Erick. (2012). Evaluación del concreto con bajas relaciones agua/cemento y agregados

calizos de alta absorción. Revista de la Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela, 27 (4), 43-50. Recuperado en 04 de diciembre de 2024, de: http://ve.scielo.org/scielo.php?acript=sci_arttext&pid=S0798-40652012000400006&Ing=es&tlng=es

Solís Madrigal Bryan & Meseguer Quesada, Luis Carlos. 2023. Evaluación de las propiedades de concretos de mediana resistencia producidos con insumos de Costa Rica. Ingeniería, 55, 2023. Ingeniería (Volumen Especial - V Jornadas de Investigación 2023): 1-155, Doi: 10.15517/ri. v34iNE5.59019. San José de Costa Rica.

Vélez Ligia M. (2010). Permeabilidad y Porosidad en concreto. Artículo científico. Rev. Tecnológicas N° 25. ISSN0123-7799. Diciembre de 2010, pp. 169-187. Instituto Tecnológico Metropolitano Medellin, Colombia. Disponible en: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344234320010

Zhuang, S., Wang, Q., & Zhang, M. (2022). Water absorption behaviour of concrete: Novel experimental findings and model characterization. Journal of Building Engineering, 53, 104602. Disponible en:

https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.104602

Anexos

Anexo N°1. Matriz de consistencia

Título: “Influencia de la relación agua / cementos en la porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia, Iquitos – 2024”						
Problema	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variables**	**Indicadores**	**Índices**	**Metodología**
Problema General: ¿En qué medida la relación agua/cemento en la porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia? **Problemas Específicos:** 1. ¿En qué medida influye la relación/agua cemento en la porosidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia? 2. ¿En qué medida influye la relación agua/cemento en la absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia?	**Objetivo General:** Estudiar la correlación entre la relación agua/cemento y las propiedades de porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia. **Objetivos Específicos:** 1. Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la porosidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia. 2. Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la	**H1:** No pertinente. **Hipótesis específicas:** No pertinente	Variable independiente: **X**: Relación agua / cemento de mezclas de concreto de mediana resistencia.	**A/C:** **0.45** **0.50** **0.60** **0.70** **0.75** porosidad		El presente proyecto de investigación es de tipo cuantitativa. Nivel: Descriptivo y explicativo.

Título: “Influencia de la relación agua / cementos en la porosidad, absorción, densidad y resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia, Iquitos – 2024”						
Problema	**Objetivos**	**Hipótesis**	**Variables**	**Indicadores**	**Índices**	**Metodología**
3. ¿En qué medida influye la relación agua/cemento en la densidad del concreto cemento-arena de mediana resistencia? 4. ¿De qué manera influye la relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia?	absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia 3. Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la absorción del concreto cemento-arena de mediana resistencia. 4. Determinar la influencia de la relación agua/cemento en la resistencia a la compresión del concreto cemento-arena de mediana resistencia.		**Variable dependiente:** Y: Propiedades de porosidad, absorción, densidad y resistencia del concreto cemento – arena de mediana resistencia.	absorción densidad resistencia	unidades	Diseño Cuasiexperimen-tal Diseño: O_x **M** **r** O_y

Caracterización del agregado fino

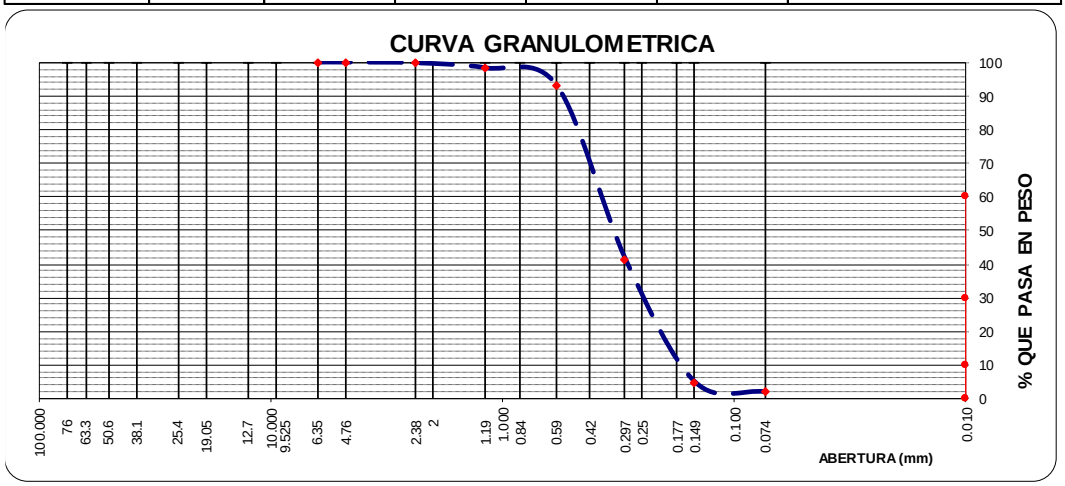
Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : San Gerardo
Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 18+000

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	OBSERVACIONES
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					**Peso de Muestra en Gr.**
1/4"	6.350					Muestra Seca : **302.68**
N°04	4.760				100.00	Muestra Lavada: **297.13**
N°08	2.380	0.63	0.21	0.21	99.79	
N°16	1.190	4.52	1.49	1.70	98.30	
N°30	0.590	15.71	5.19	6.89	93.11	
N°50	0.297	157.03	51.88	58.77	41.23	**MF : 1.63**
N°100	0.149	110.29	36.44	95.21	4.79	
N°200	0.074	8.95	2.96	98.17	1.83	**Superficie específica: 66.82**
Pasa N°200		5.55	1.83			



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de particulas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.83 %.
El módulo de fineza del agregado es 1.63.

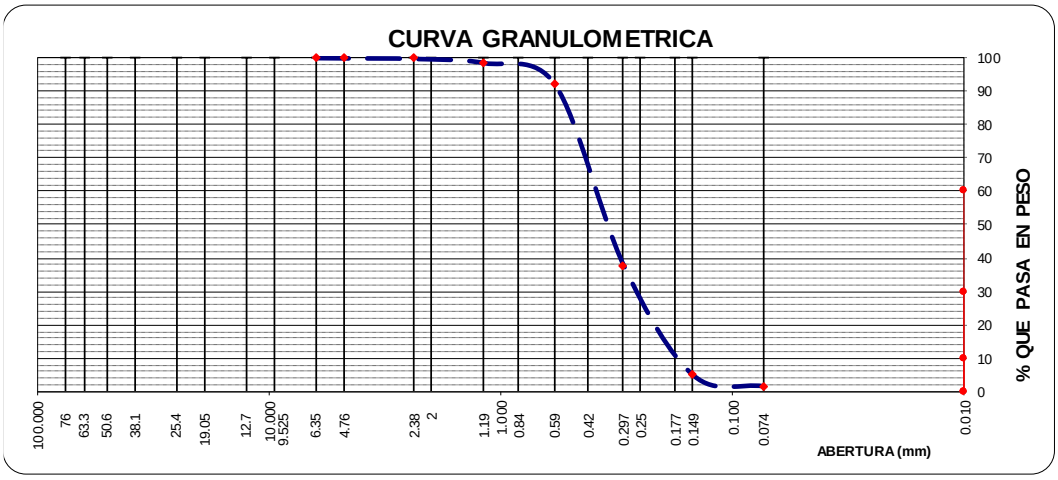
Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : San Gerardo
Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 18+000

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	OBSERVACIONES
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					**Peso de Muestra en Gr.**
1/4"	6.350				100.00	Muestra Seca : **314.25**
N°04	4.760	0.22	0.07	0.07	99.93	Muestra Lavada: **308.80**
N°08	2.380	0.56	0.18	0.25	99.75	
N°16	1.190	3.90	1.24	1.49	98.51	
N°30	0.590	20.16	6.42	7.90	92.10	
N°50	0.297	170.74	54.33	62.24	37.76	**MF : 1.67**
N°100	0.149	102.84	32.73	94.96	5.04	**Superficie**
N°200	0.074	10.38	3.30	98.27	1.73	**específica: 64.49**
Pasa N°200		5.45	1.73			



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de particulas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.73 %.
El módulo de fineza del agregado es 1.67.

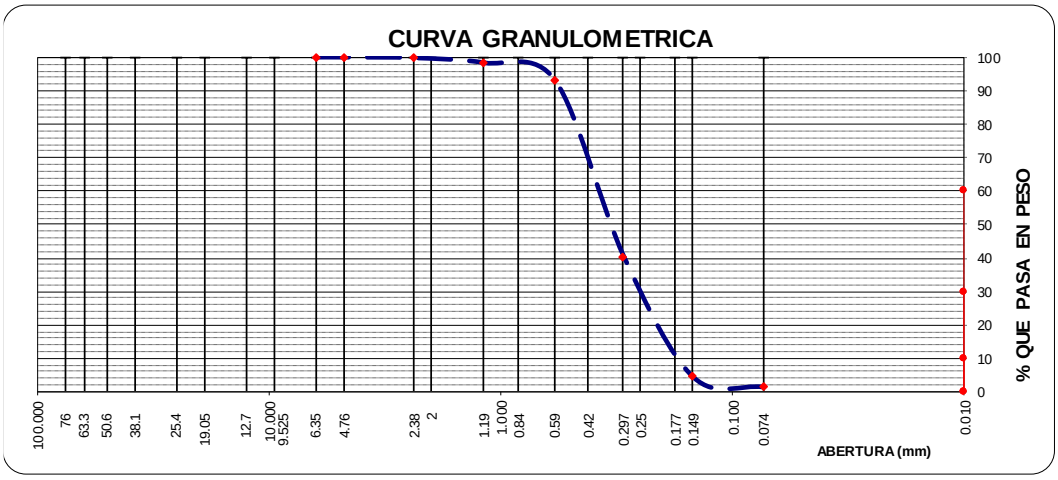
Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : San Gerardo
Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 18+000

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	OBSERVACIONES
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					**Peso de Muestra en Gr.**
1/4"	6.350					Muestra Seca : **304.06**
N°04	4.760				100.00	Muestra Lavada: **299.50**
N°08	2.380	0.61	0.20	0.20	99.80	
N°16	1.190	4.45	1.46	1.66	98.34	
N°30	0.590	15.82	5.20	6.87	93.13	
N°50	0.297	160.32	52.73	59.59	40.41	**MF : 1.64**
N°100	0.149	109.24	35.93	95.52	4.48	**Superficie**
N°200	0.074	9.06	2.98	98.50	1.50	**específica: 66.72**
Pasa N°200		4.56	1.50			



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda y suelta, cantidad reducida de particulas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.5 %.
El módulo de fineza del agregado es 1.64.

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
ASTM C - 29

DATOS DE CAMPO

Cantera : San Gerardo
Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 18+000

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	6982	6971	6999
PESO DE MOLDE (gr.)	2911	2911	2911
PESO DE MUESTRA	4071	4060	4088
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.440	1.436	1.446
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	**1,441**		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	**46.70%**		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1441 Kg/m3.

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
ASTM C - 29

DATOS DE CAMPO

Cantera : San Gerardo

Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 18+000

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7449	7467	7473
PESO DE MOLDE (gr.)	2911	2911	2911
PESO DE MUESTRA	4538	4556	4562
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.605	1.612	1.614
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	**1,610**		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	**40.24%**		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1610 Kg/

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Científica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO
ASTM C - 128

DATOS DE CAMPO

Cantera : San Gerardo
Ubicación : Carretera Iquitos a Nauta km 18+000

Agregado Fino

	N° DE ENSAYOS	1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	229.10	228.47	231.54	
B	Peso Frasco + H2O	707.46	676.32	721.23	
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	936.56	904.79	952.77	
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	849.69	817.28	865.97	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacio = (C-D)	86.87	87.51	86.80	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	227.41	226.95	230.11	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	85.18	85.99	85.37	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.618	2.593	2.651	**2.621**
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.637	2.611	2.668	**2.639**
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.670	2.639	2.695	**2.668**
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.74	0.67	0.62	**0.68**

ESPECIFICACIONES : El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanca, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.621 gr/cc.
El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.68%.

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200
ASTM C - 117

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + TARA (gr)	352.04	365.28	374.25
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	343.65	354.11	364.84
PESO DE TARA (gr)	86.00	79.64	81.47
% QUE PASA LA MALLA N°200	3.15	3.91	3.21
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	**3.42**		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Cantidad de Material Fino que Pasa por el Tamiz N°200 se desarrolló según la Norma ASTM C 117.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color gris, trasladada al laboratorio por los bachilleres.

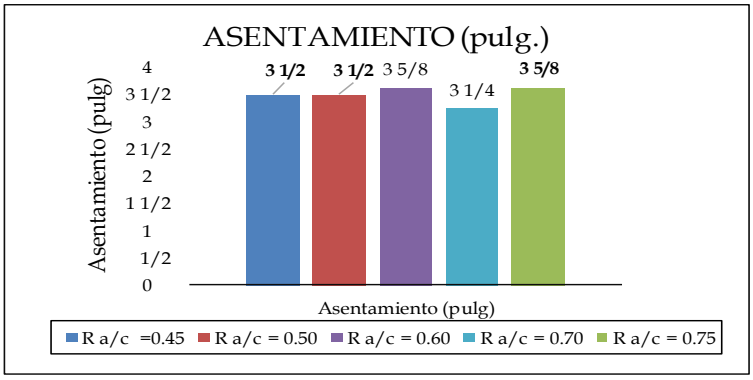
RESULTADOS : El promedio del porcentaje que pasa la malla N°200 del agregado fino es 3.42 %.

Resumen de Gráficos y Tablas

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

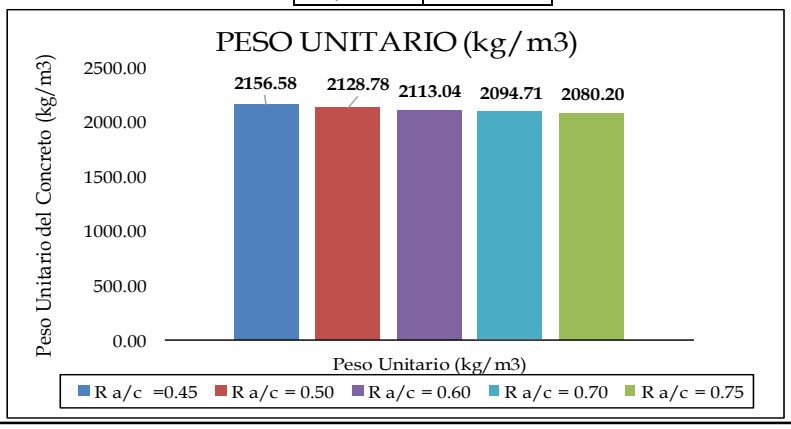
ENSAYO DE ASENTAMIENTO NORMA ASTM C - 143

ASENTAMIENTO (pulg.)	
Relación agua/cemento	Asentamiento (pulg)
R a/c =0.45	3 1/2
R a/c = 0.50	3 1/2
R a/c = 0.60	3 5/8
R a/c = 0.70	3 1/4
R a/c = 0.75	3 5/8



ENSAYO DE PESO UNITARIO NORMA ASTM C - 138

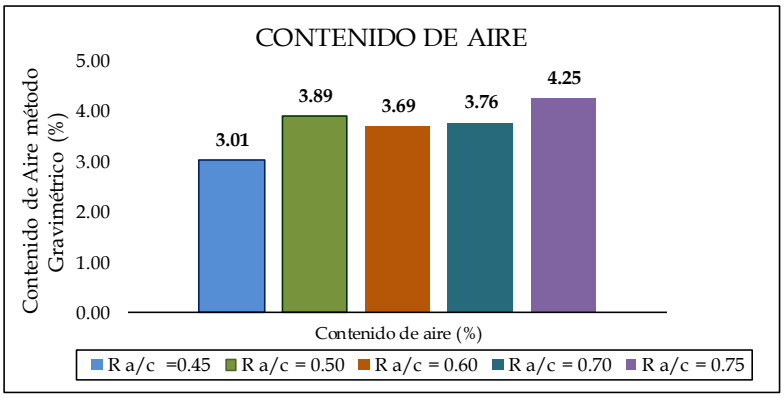
PESO UNITARIO (kg/m3)	
Relación agua/cemento	Peso Unitario (kg/m3)
R a/c =0.45	2156.58
R a/c = 0.50	2128.78
R a/c = 0.60	2113.04
R a/c = 0.70	2094.71
R a/c = 0.75	2080.20



Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

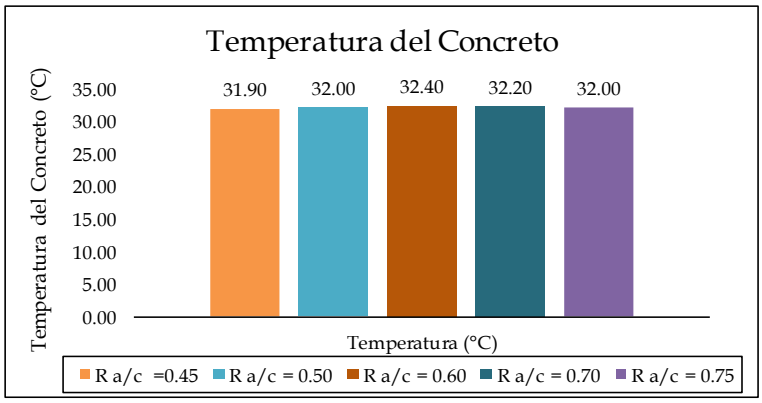
ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE MÉTODO GRAVIMÉTRICO ASTM C - 138

CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) (%)	
Relación agua/cemento	Contenido de aire (%)
R a/c =0.45	3.01
R a/c = 0.50	3.89
R a/c = 0.60	3.69
R a/c = 0.70	3.76
R a/c = 0.75	4.25



ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO NORMA ASTM C - 1064

TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)	
Relación agua/cemento	Temperatura (°C)
R a/c =0.45	31.90
R a/c = 0.50	32.00
R a/c = 0.60	32.40
R a/c = 0.70	32.20
R a/c = 0.75	32.00



Diseño APU Tipo GU_0.45

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico		2.621 gr/cc
Porcentaje de Absorción		0.68 %
Peso Unitario Suelto		1,441 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,610 Kg/m3
Modulo de Fineza		1.65
Humedad para Diseño		7.68 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	285	Lts/m3							
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.45								
Factor Cemento	**C=A/Rac**	285.00	/	0.45	=	633.3	=	14.90	Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%							

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	633.3	/	3030	=	0.209	m3
Agua	:	285.00	/	1000	=	0.285	m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085	m3
						0.579	m3
Volumen Absoluto de los agregados		1.000	-	0.579	=	0.421	m3
Peso del Agregado Fino		0.421	x	2621	=	1103.4	kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	633.3	Kg/m3
Agua	:	285.0	Lts/m3
Agregado Fino	:	1103.4	Kg/m3

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1103.40	x	1.0768	=	1188.14	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	7.68	-	0.68	=	7.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1103.40	x	0.07	=	77.24	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	285.00	-	77.24	=	207.8	Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	633.3	Kg/m3
Agua	:	207.8	Lts/m3
Agregado Fino	:	1188.1	Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	633.30	/	633.30	=	1.00
Agregado Fino	:	1188.14	/	633.30	=	1.88
Agua	:	0.33	x	42.50	=	14.03

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	1.88	:	14.03	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino 1551.67 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	1.80	:	14.03	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5	Kg
Agregado Fino	79.9	Kg
Agua Efectiva	14.03	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.45**
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	633.30 kg	0.20901 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1110.90 kg	0.41858 m3
AGUA	:	285.00 kg	0.28500 m3
TOTAL DE MATERIALES		2029.20 kg	0.913 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2029.20 \text{ kg}}{0.913 \text{ m3}} = \mathbf{2223.57} \quad \mathbf{kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18602	18607	18596
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	15256	15261	15250
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.157	2.157	2.156
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	**2.15658**		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	**2156.58**		

RENDIMIENTO $= \frac{2029.2 \text{ kg.}}{2156.583333 \text{ kg/m3}} =$ **0.940933 m3**

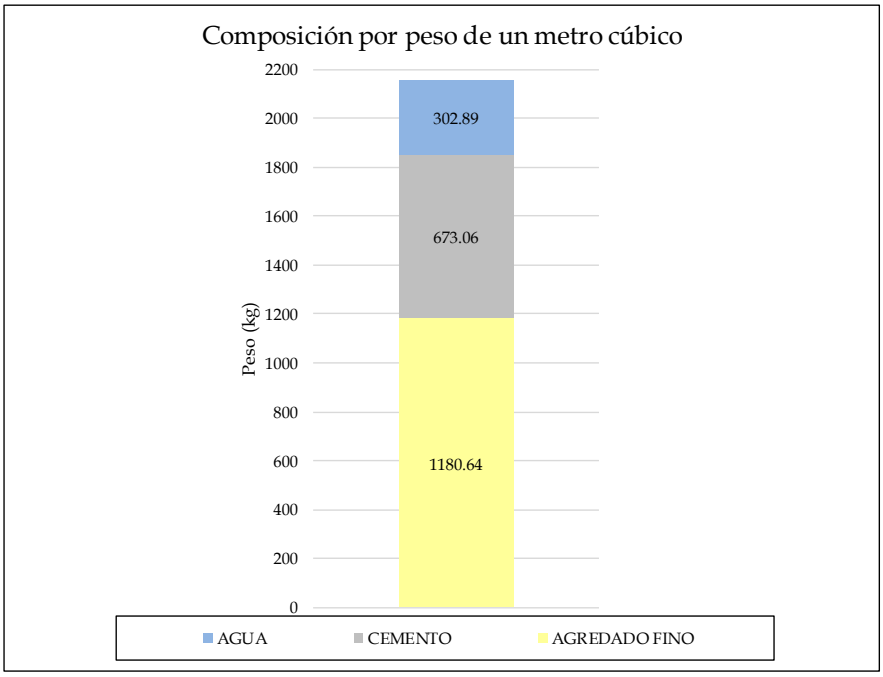
RENDIMIENTO RELATIVO $= \frac{0.940933 \text{ m3}}{1\text{m3}} =$ **0.941**

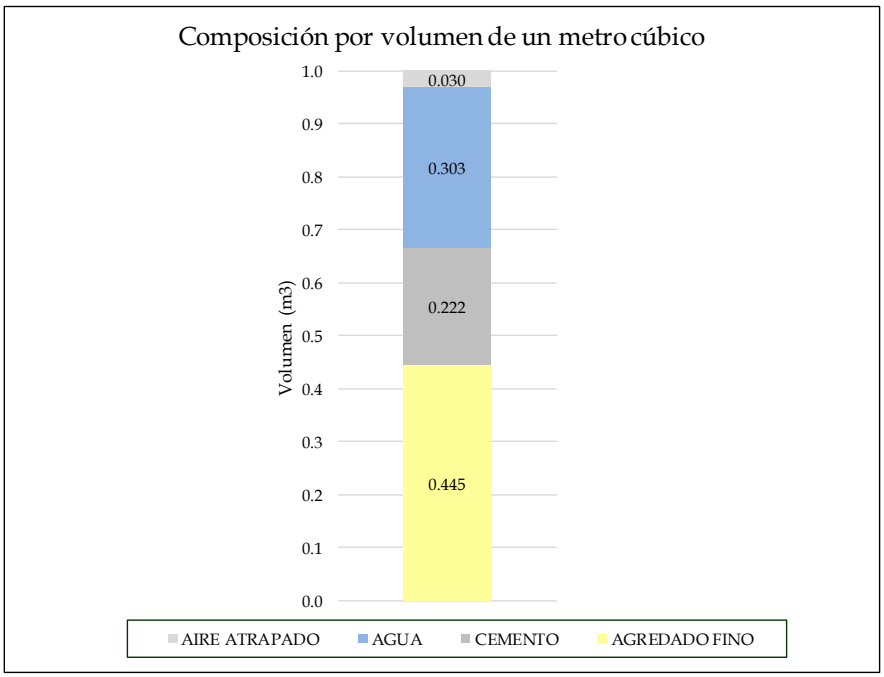
CONTENIDO DE CEMENTO REAL $= \frac{633.3 \text{ m3.}}{0.940933 \text{ m3}} =$ **673.06 kg/m3** = **15.84 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	3.01 %	Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP)	3 1/2"	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	31.9 °C	

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	673.06 kg	0.222 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1180.64 kg	0.445 m3
AGUA	:	302.89 lts.	0.303 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.030 m3
TOTAL		2156.59 kg	1.0000 m3


Composición por peso de un metro cúbico
Peso (kg)
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
302.89
673.06
1180.64
AGUA
CEMENTO
AGREDADO FINO


Composición por volumen de un metro cúbico
Volumen (m3)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0.030
0.303
0.222
0.445
AIRE ATRAPADO
AGUA
CEMENTO
AGREDADO FINO

Diseño APU Tipo GU_0.50

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico		2.621 gr/cc
Porcentaje de Absorción		0.68 %
Peso Unitario Suelto		1,441 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,610 Kg/m3
Modulo de Fineza		1.65
Humedad para Diseño		7.68 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	285	Lts/m3							
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.50								
Factor Cemento	**C=A/Rac**	285.00	/	0.5	=	570	=	13.41	Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%							

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	570	/	3030	=	0.188	m3
Agua	:	285.00	/	1000	=	0.285	m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085	m3
						0.558	m3
Volumen Absoluto de los agregados		1.000	-	0.558	=	0.442	m3
Peso del Agregado Fino		0.442	x	2621	=	1158.2	kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	570.0	Kg/m3
Agua	:	285.0	Lts/m3
Agregado Fino	:	1158.2	Kg/m3

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1158.20	x	1.0768	=	1247.15	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	7.68	-	0.68	=	7.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1158.20	x	0.07	=	81.07	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	285.00	-	81.07	=	203.9	Lts.

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	570.0	Kg/m3
Agua	:	203.9	Lts/m3
Agregado Fino	:	1247.1	Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	570.00	/	570.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1247.15	/	570.00	=	2.19
Agua	:	0.36	x	42.50	=	15.30

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	**1**	:	**2.19**	:	**15.30**	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino 1551.67 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	**1**	:	**2.10**	:	**15.30**	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5	Kg
Agregado Fino	93.1	Kg
Agua Efectiva	15.30	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024	
Universidad Científica del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.50**
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	570.00 kg	0.18812 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1166.08 kg	0.43937 m3
AGUA	:	285.00 kg	0.28500 m3
TOTAL DE MATERIALES		2021.08 kg	0.912 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2021.08 \text{ kg}}{0.912 \text{ m3}} = \mathbf{2214.92} \quad \mathbf{kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18405	18401	18409
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	15059	15055	15063
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.129	2.128	2.129
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	**2.12878**		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	**2128.78**		

RENDIMIENTO $= \frac{2021.08 \text{ kg.}}{2128.783333 \text{ kg/m3}} =$ **0.949406 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO $= \frac{0.949406 \text{ m3}}{1\text{m3}} =$ **0.949**

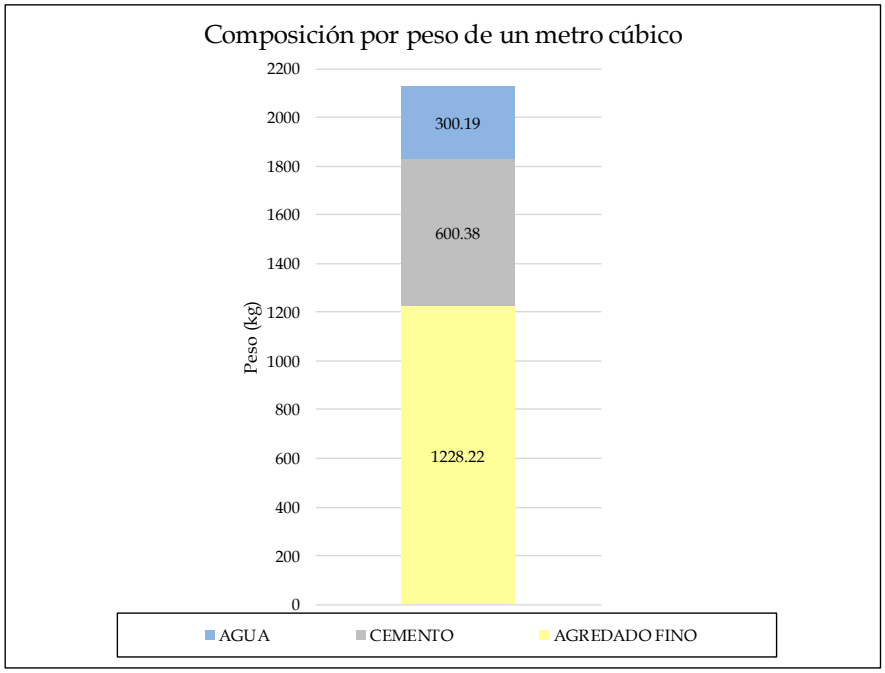
CONTENIDO DE CEMENTO REAL $= \frac{570 \text{ m3.}}{0.949406 \text{ m3}} =$ **600.38 kg/m3** = **14.13 bolsas/m3**

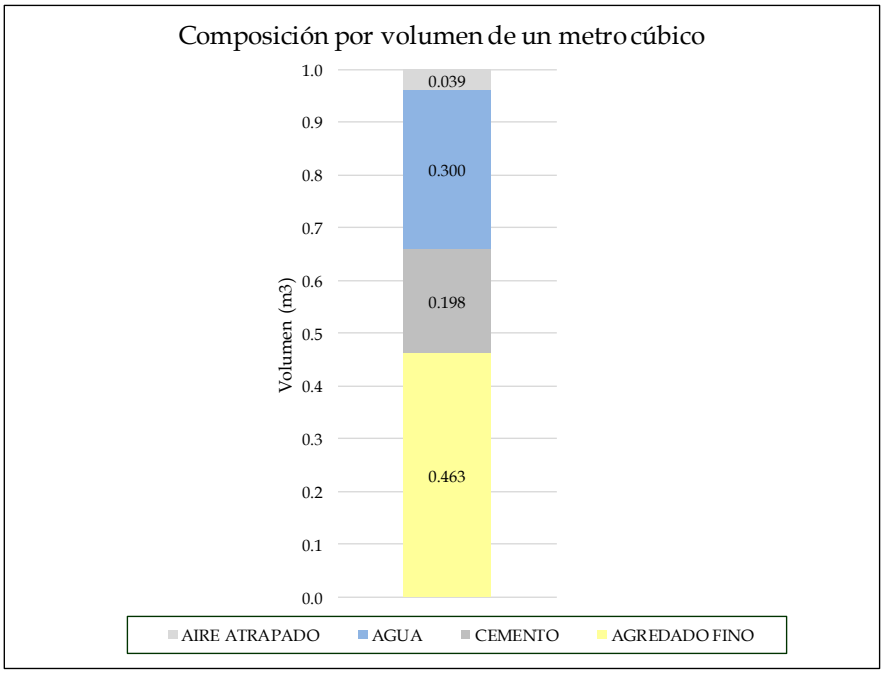
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	3.89 %	Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP)	3 1/2"	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	32.0 °C	

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	600.38 kg	0.198 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1228.22 kg	0.463 m3
AGUA	:	300.19 lts.	0.300 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.039 m3
TOTAL		2128.78 kg	1.0000 m3

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	**INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.**	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.





Diseño APU Tipo GU_0.60

Institución:	Investigación:	
	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**	
Peso Específico	:	3.03	gr/cc
Peso Unitario	:	1500	kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO	
Peso Específico		2.621	gr/cc
Porcentaje de Absorción		0.68	%
Peso Unitario Suelto		1,441	Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,610	Kg/m3
Modulo de Fineza		1.65	
Humedad para Diseño		7.68	%

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	290	Lts/m3							
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.60								
Factor Cemento	**C=A/Rac**	290.00	/	0.6	=	483.3	=	11.37	Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%							

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	483.3	/	3030	=	0.160	m3
Agua	:	290.00	/	1000	=	0.290	m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085	m3
						0.535	m3
Volumen Absoluto de los agregados		1.000	-	0.535	=	0.465	m3
Peso del Agregado Fino		0.465	x	2621	=	1220.1	kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	483.3	Kg/m3
Agua	:	290.0	Lts/m3
Agregado Fino	:	1220.1	Kg/m3

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1220.10	x	1.0768	=	1313.80	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	7.68	-	0.68	=	7.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1220.10	x	0.07	=	85.41	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	290.00	-	85.41	=	204.6	Lts.

Institución:	Investigación:	
	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	483.3	Kg/m3
Agua	:	204.6	Lts/m3
Agregado Fino	:	1313.8	Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	483.30	/	483.30	=	1.00
Agregado Fino	:	1313.8	/	483.30	=	2.72
Agua	:	0.42	x	42.50	=	17.85

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	**1**	:	**2.72**	:	**17.85**	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino 1551.67 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	**1**	:	**2.61**	:	**17.85**	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5	Kg
Agregado Fino	115.6	Kg
Agua Efectiva	17.85	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.60**
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	483.30 kg	0.15950 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1228.40 kg	0.46285 m3
AGUA	:	290.00 kg	0.29000 m3
TOTAL DE MATERIALES		2001.70 kg	0.912 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{2001.70 \text{ kg}}{0.912 \text{ m3}} = \mathbf{2194.00} \quad \mathbf{kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18294	18290	18297
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14948	14944	14951
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.113	2.113	2.114
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	**2.11304**		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	**2113.04**		

RENDIMIENTO $= \frac{2001.7 \text{ kg.}}{2113.04 \text{ kg/m3}} =$ **0.947308 m3**

RENDIMIENTO RELATIVO $= \frac{0.947308 \text{ m3}}{1\text{m3}} =$ **0.947**

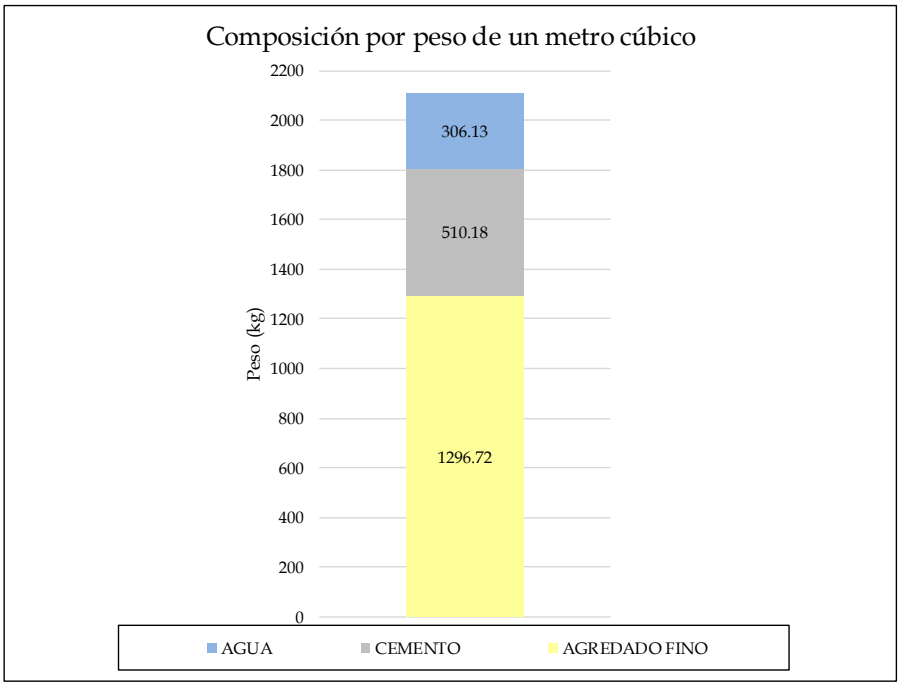
CONTENIDO DE CEMENTO REAL $= \frac{483.3 \text{ m3.}}{0.947308 \text{ m3}} =$ **510.18 kg/m3** = **12 bolsas/m3**

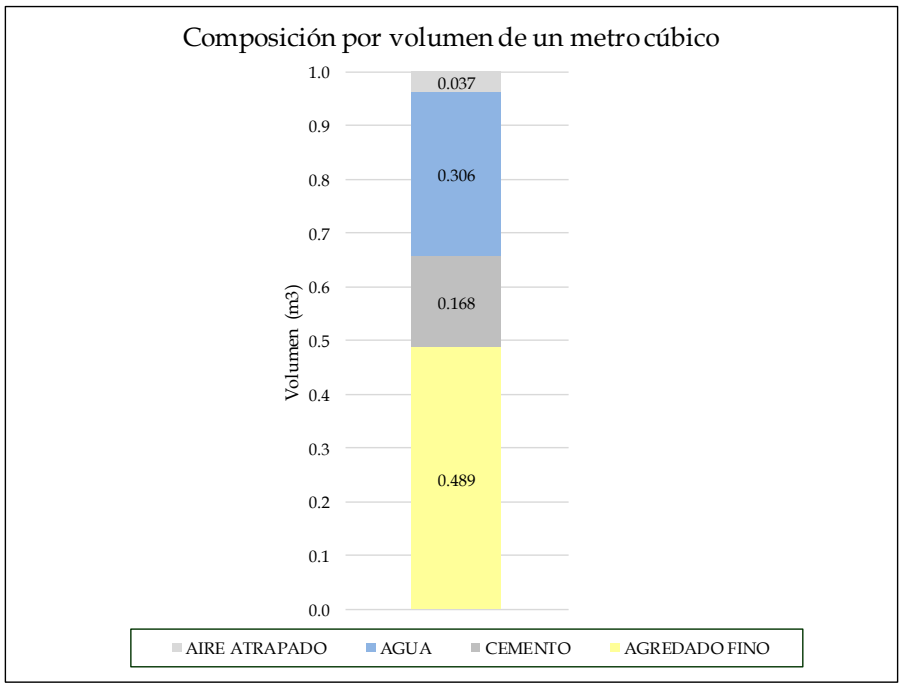
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	3.69 %	Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP)	3 5/8"	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	32.4 °C	

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	510.18 kg	0.168 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1296.72 kg	0.489 m3
AGUA	:	306.13 lts.	0.306 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.037 m3
TOTAL		2113.04 kg	1.0000 m3

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	**INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.**	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.





Diseño APU Tipo GU_0.70

Institución:	Investigación:	
Universidad Científica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	**APU Tipo GU**
Peso Específico	:	3.03 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m3

2. AGREGADOS

		AGREGADO FINO
Peso Específico		2.621 gr/cc
Porcentaje de Absorción		0.68 %
Peso Unitario Suelto		1,441 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,610 Kg/m3
Modulo de Fineza		1.65
Humedad para Diseño		7.68 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua	295	Lts/m3							
Relacion Agua/Cemento (A/C)	0.70								
Factor Cemento	**C=A/Rac**	295.00	/	0.7	=	421.4	=	9.92	Bls./m3
Contenido de Aire Atrapado	8.50	%							

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	421.4	/	3030	=	0.139	m3
Agua	:	295.00	/	1000	=	0.295	m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085	m3
						0.519	m3
Volumen Absoluto de los agregados		1.000	-	0.519	=	0.481	m3
Peso del Agregado Fino		0.481	x	2621	=	1260.5	kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	421.4	Kg/m3
Agua	:	295.0	Lts/m3
Agregado Fino	:	1260.5	Kg/m3

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1260.50	x	1.0768	=	1357.31	Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	7.68	-	0.68	=	7.00	%
Aporte de Humedad A. Fino	:	1260.50	x	0.07	=	88.24	Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	295.00	-	88.24	=	206.8	Lts.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	421.4	Kg/m3
Agua	:	206.8	Lts/m3
Agregado Fino	:	1357.3	Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	421.40	/	421.40	=	1.00
Agregado Fino	:	1357.31	/	421.40	=	3.22
Agua	:	0.49	x	42.50	=	20.83

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	3.22	:	20.83	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino 1551.67 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	3.09	:	20.83	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5	Kg
Agregado Fino	136.9	Kg
Agua Efectiva	20.83	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Científica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.70**
Cemento: **APU Tipo GU**

Composición por peso de un metro cúbico
2200
2000
1800
311.23

Diseño APU Tipo GU 0.75

Institución:	Investigación:	
	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	393.3	Kg/m3
Agua	:	205.1	Lts/m3
Agregado Fino	:	1383.5	Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	393.30	/	393.30	=	1.00	
Agregado Fino	:	1383.47	/	393.30	=	3.52	
Agua	:	0.52	x	42.50	=	22.10	

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	**1**	:	**3.52**	:	**22.10**	Lts/m3

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino 1551.67 Kg/m3

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	**1**	:	**3.37**	:	**22.10**	Lts/m3

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	42.5	Kg
Agregado Fino	149.6	Kg
Agua Efectiva	22.10	lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024	
Universidad Cientifíca del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO DE PRODUCCION Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO
ASTM C-138

Relación agua/cemento: **0.75**
Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	393.30 kg	0.12980 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1293.54 kg	0.48739 m3
AGUA	:	295.00 kg	0.29500 m3
TOTAL DE MATERIALES		1981.84 kg	0.912 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

PESO UNITARIO TEÓRICO DE CONCRETO (SUPONIENDO LA NO PRESENCIA DE AIRE ATRAPADO)

$$T = \frac{1981.84 \text{ kg}}{0.912 \text{ m3}} = \mathbf{2172.61} \quad \mathbf{kg/m3}$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18066	18060	18058
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14720	14714	14712
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.081	2.080	2.080
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	**2.08020**		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	**2080.20**		

RENDIMIENTO $= \frac{1981.84 \text{ kg.}}{2080.2 \text{ kg/m3}} =$ **0.952716 m3**

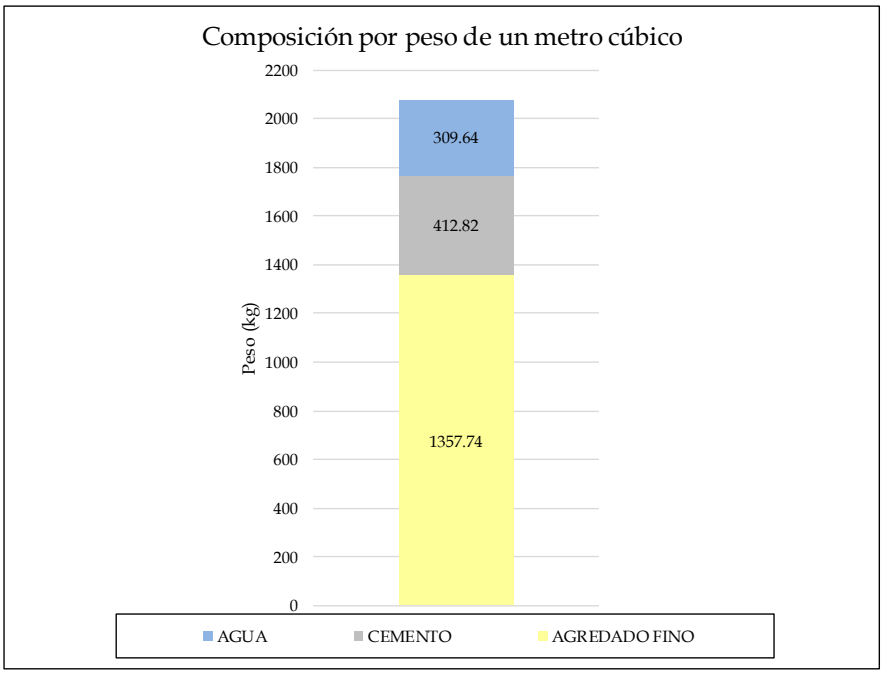
RENDIMIENTO RELATIVO $= \frac{0.952716 \text{ m3}}{1\text{m3}} =$ **0.953**

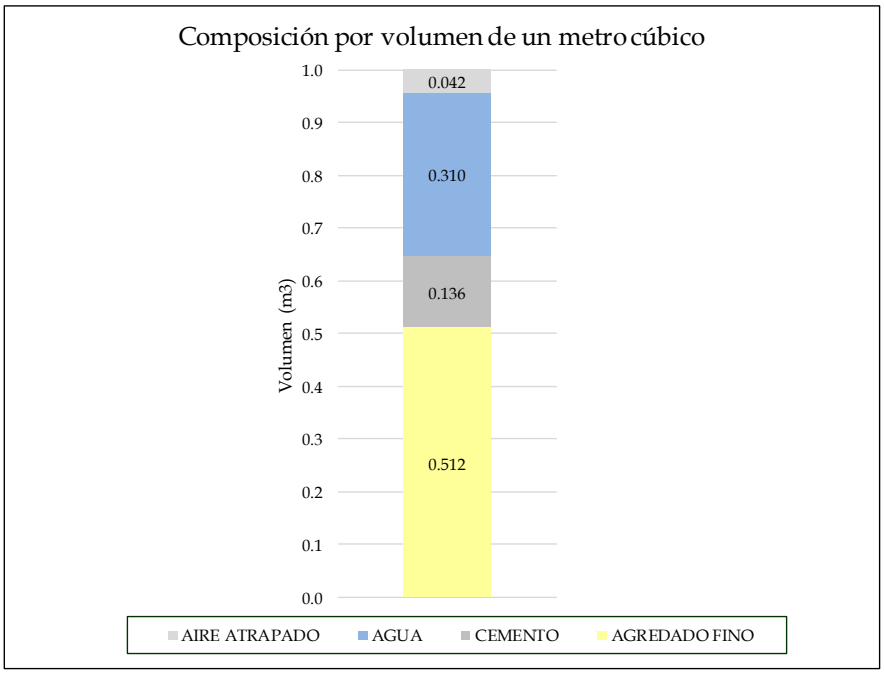
CONTENIDO DE CEMENTO REAL $= \frac{393.3 \text{ m3.}}{0.952716 \text{ m3}} =$ **412.82 kg/m3** = **9.71 bolsas/m3**

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	4.25 %	Método gravimétrico
ASEMTAMIENTO (SLUMP)	3 5/8"	
TEMPERATURA DE LA MEZCLA	32.0 °C	

COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

		PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	:	412.82 kg	0.136 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	:	1357.74 kg	0.512 m3
AGUA	:	309.64 lts.	0.310 m3
AIRE ATRAPADO		0.00	0.042 m3
TOTAL		2080.20 kg	1.0000 m3


Composición por peso de un metro cúbico
Peso (kg)
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
309.64
412.82
1357.74
AGUA
CEMENTO
AGREDADO FINO


Composición por volumen de un metro cúbico
Volumen (m3)
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0.042
0.310
0.136
0.512
AIRE ATRAPADO
AGUA
CEMENTO
AGREDADO FINO

Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.45

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.45

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1150.28	1005.92	1004.62	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1287.25	1118.39	1098.96	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1270.54	1103.54	1090.37	
D	Masa sumergida aparente (g)	669.25	575.42	563.21	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	11.91	11.18	9.39	**10.83**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.45	9.70	8.54	**9.56**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.913	1.905	1.906	**1.908**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.141	2.118	2.085	**2.114**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.113	2.090	2.068	**2.090**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.391	2.337	2.276	**2.335**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	20.00	18.48	16.27	**18.25**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.45

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1157.22	1011.54	1017.76	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1285.72	1118.08	1111.26	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1275.69	1105.66	1092.78	
D	Masa sumergida aparente (g)	676.81	595.04	580.02	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	11.10	10.53	9.19	**10.27**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.24	9.30	7.37	**8.97**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.932	1.981	1.985	**1.966**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.147	2.190	2.167	**2.168**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.130	2.165	2.131	**2.142**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.409	2.429	2.325	**2.388**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	19.78	18.43	14.63	**17.62**

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.45

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1104.32	1012.94	1047.03	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1226.64	1123.34	1150.23	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1212.62	1110.21	1140.21	
D	Masa sumergida aparente (g)	634.32	580.21	600.32	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	11.08	10.90	9.86	**10.61**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	9.81	9.60	8.90	**9.44**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.910	1.911	1.939	**1.920**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.121	2.120	2.130	**2.124**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.097	2.095	2.112	**2.101**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.350	2.341	2.344	**2.345**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	18.73	18.35	17.26	**18.11**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.45

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1121.23	1019.59	1055.36	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1239.92	1127.00	1152.91	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1230.55	1112.98	1143.52	
D	Masa sumergida aparente (g)	654.85	589.30	604.58	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	10.59	10.53	9.24	**10.12**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	9.75	9.16	8.35	**9.09**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.948	1.947	1.958	**1.951**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.154	2.152	2.139	**2.148**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.137	2.125	2.122	**2.128**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.404	2.370	2.341	**2.372**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	18.99	17.83	16.36	**17.73**

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.45

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1066.33	1022.65	1063.57	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1184.34	1134.25	1169.21	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1183.63	1120.21	1160.32	
D	Masa sumergida aparente (g)	611.82	590.47	616.32	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	11.07	10.91	9.93	**10.64**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.00	9.54	9.10	**9.88**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.865	1.930	1.955	**1.917**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.071	2.141	2.149	**2.121**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.070	2.115	2.133	**2.106**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.346	2.366	2.378	**2.363**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	20.51	18.42	17.78	**18.91**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.45

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1077.58	1030.29	1072.95	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1192.98	1139.41	1178.07	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1184.84	1120.27	1162.71	
D	Masa sumergida aparente (g)	632.10	595.56	621.36	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	10.71	10.59	9.80	**10.37**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	9.95	8.73	8.37	**9.02**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.950	1.964	1.982	**1.965**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.158	2.172	2.176	**2.169**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.144	2.135	2.148	**2.142**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.419	2.370	2.376	**2.388**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	19.41	17.15	16.58	**17.71**

Institución:	Investigación:
Universidad Cinetífica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP
	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.45

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1093.82	1003.66	1040.69	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1220.36	1110.03	1139.36	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1203.35	1096.32	1135.61	
D	Masa sumergida aparente (g)	635.21	576.35	598.64	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	11.57	10.60	9.48	**10.55**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.01	9.23	9.12	**9.46**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.925	1.930	1.938	**1.931**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.148	2.135	2.122	**2.135**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.118	2.108	2.115	**2.114**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.385	2.349	2.354	**2.363**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	19.28	17.82	17.68	**18.26**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.45

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1102.40	1012.87	1052.95	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1224.41	1118.70	1150.47	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1206.09	1098.09	1136.12	
D	Masa sumergida aparente (g)	637.57	580.63	604.61	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	11.07	10.45	9.26	**10.26**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	9.41	8.41	7.90	**8.57**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.939	1.957	1.981	**1.959**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.154	2.162	2.165	**2.160**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.121	2.122	2.138	**2.127**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.372	2.343	2.349	**2.354**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	18.24	16.47	15.65	**16.79**

Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.50

Institución:	Investigación:	
Universidad Cinetífica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.50

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1111.70	1032.40	1017.14	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1236.52	1146.94	1127.28	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1227.41	1135.91	1115.24	
D	Masa sumergida aparente (g)	645.01	603.27	588.17	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	11.23	11.09	10.83	**11.05**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.41	10.03	9.64	**10.03**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.909	1.938	1.930	**1.926**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.123	2.153	2.139	**2.138**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.108	2.133	2.116	**2.119**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.382	2.406	2.371	**2.386**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	19.87	19.43	18.61	**19.30**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.50

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1120.47	1041.19	1027.38	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1240.53	1149.89	1130.12	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1229.11	1140.04	1117.34	
D	Masa sumergida aparente (g)	647.72	609.46	593.63	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	10.72	10.44	10.00	**10.39**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	9.70	9.49	8.76	**9.32**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.927	1.962	1.962	**1.950**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.134	2.167	2.158	**2.153**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.114	2.149	2.134	**2.132**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.370	2.412	2.369	**2.383**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	18.69	18.63	17.18	**18.16**

Institución:	Investigación:
Universidad Cinetífica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP
	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.50

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1097.43	1035.71	1021.40	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1229.52	1155.36	1125.44	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1224.36	1142.65	1113.61	
D	Masa sumergida aparente (g)	641.31	603.27	593.14	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	12.04	11.55	10.19	**11.26**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.57	10.33	9.03	**10.31**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.882	1.920	1.962	**1.922**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.109	2.142	2.162	**2.138**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.100	2.118	2.140	**2.119**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.406	2.395	2.385	**2.395**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	21.77	19.83	17.72	**19.77**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.50

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1105.37	1043.96	1028.13	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1226.95	1154.62	1130.01	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1216.24	1140.03	1120.28	
D	Masa sumergida aparente (g)	652.50	613.35	604.04	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	11.00	10.60	9.91	**10.50**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.03	9.20	8.96	**9.40**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.961	1.982	1.992	**1.978**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.176	2.192	2.189	**2.186**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.157	2.165	2.170	**2.164**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.441	2.424	2.424	**2.430**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	19.67	18.24	17.85	**18.59**

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.50

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1054.08	1073.78	1005.12	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1179.63	1195.61	1106.32	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1169.51	1182.17	1096.31	
D	Masa sumergida aparente (g)	607.24	622.49	583.14	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	11.91	11.35	10.07	**11.11**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.95	10.09	9.07	**10.04**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.875	1.919	1.959	**1.917**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.098	2.136	2.156	**2.130**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.080	2.112	2.136	**2.110**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.359	2.379	2.382	**2.373**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	20.53	19.37	17.77	**19.22**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.50

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1062.19	1080.78	1013.69	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1178.38	1193.53	1113.89	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1171.61	1183.23	1100.63	
D	Masa sumergida aparente (g)	608.20	625.92	584.31	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	10.94	10.43	9.88	**10.42**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.30	9.48	8.58	**9.45**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.885	1.939	1.963	**1.929**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.092	2.142	2.157	**2.130**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.079	2.123	2.132	**2.111**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.340	2.376	2.361	**2.359**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	19.42	18.38	16.84	**18.21**

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.50

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1094.17	997.87	1048.57	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1227.17	1113.82	1158.21	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1215.63	1099.29	1150.95	
D	Masa sumergida aparente (g)	639.84	579.64	608.24	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	12.16	11.62	10.46	**11.41**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.10	10.16	9.76	**10.34**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.900	1.920	1.932	**1.918**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.131	2.143	2.134	**2.136**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.111	2.115	2.121	**2.116**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.408	2.386	2.381	**2.392**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	21.09	19.52	18.86	**19.83**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.50

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1094.23	1008.49	1058.48	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1217.82	1115.71	1162.00	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1205.10	1100.54	1151.91	
D	Masa sumergida aparente (g)	633.79	580.98	611.90	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	11.29	10.63	9.78	**10.57**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.13	9.13	8.83	**9.36**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.915	1.941	1.960	**1.939**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.132	2.147	2.152	**2.144**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.109	2.118	2.133	**2.120**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.376	2.359	2.370	**2.369**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	19.41	17.72	17.30	**18.14**

Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO

endurecido Relación **ASTM C - 642 - 97** Agua/Cemento 0.60

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.60

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1033.65	985.14	963.34	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1169.52	1103.24	1065.34	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1149.62	1086.36	1060.32	
D	Masa sumergida aparente (g)	600.31	573.51	554.16	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	13.14	11.99	10.59	**11.91**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.22	10.27	10.07	**10.52**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.882	1.921	1.903	**1.902**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.129	2.151	2.105	**2.128**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.093	2.118	2.095	**2.102**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.385	2.393	2.354	**2.378**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	21.11	19.74	19.16	**20.00**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.60

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1041.35	1063.35	1105.32	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1169.83	1179.03	1215.11	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1155.38	1169.86	1209.69	
D	Masa sumergida aparente (g)	607.60	619.69	599.19	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	12.34	10.88	9.93	**11.05**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.95	10.02	9.44	**10.14**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.901	1.933	1.811	**1.881**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.136	2.143	1.990	**2.090**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.109	2.126	1.981	**2.072**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.401	2.397	2.184	**2.327**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	20.82	19.36	17.10	**19.09**

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	**Realizado en:** LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.60

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1044.57	987.54	960.24	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1175.39	1103.96	1066.32	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1168.25	1088.24	1050.25	
D	Masa sumergida aparente (g)	605.31	572.99	553.24	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	12.52	11.79	11.05	**11.79**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.84	10.20	9.37	**10.47**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.856	1.917	1.932	**1.901**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.088	2.143	2.145	**2.125**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.075	2.112	2.113	**2.100**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.378	2.382	2.359	**2.373**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	21.97	19.54	18.11	**19.87**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.60

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1162.34	1021.36	987.36	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1299.34	1136.35	1086.51	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1290.35	1122.34	1080.41	
D	Masa sumergida aparente (g)	664.24	593.64	555.96	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	11.79	11.26	10.04	**11.03**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.01	9.89	9.42	**10.11**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.856	1.932	1.883	**1.890**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.075	2.149	2.072	**2.099**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.061	2.123	2.060	**2.081**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.334	2.388	2.289	**2.337**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	20.45	19.10	17.74	**19.10**

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.60

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1054.28	991.47	968.57	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1190.62	1110.51	1069.32	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1179.24	1097.35	1059.35	
D	Masa sumergida aparente (g)	613.31	575.14	559.36	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	12.93	12.01	10.40	**11.78**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.85	10.68	9.37	**10.63**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.863	1.899	1.937	**1.900**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.104	2.127	2.139	**2.123**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.084	2.101	2.119	**2.101**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.391	2.381	2.367	**2.380**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	22.08	20.28	18.16	**20.17**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.60

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1145.36	1188.54	1036.35	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1282.37	1320.51	1139.47	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1269.21	1311.51	1129.69	
D	Masa sumergida aparente (g)	673.65	684.24	584.17	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	11.96	11.10	9.95	**11.01**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.81	10.35	9.01	**10.06**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.923	1.895	1.900	**1.906**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.153	2.105	2.089	**2.116**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.131	2.091	2.071	**2.098**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.428	2.357	2.292	**2.359**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	20.80	19.60	17.11	**19.17**

Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.70

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.70

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1018.79	1004.94	1002.16	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1154.35	1129.51	1118.25	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1148.63	1121.36	1102.36	
D	Masa sumergida aparente (g)	578.32	576.32	565.21	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	13.31	12.40	11.58	12.43
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	12.74	11.58	10.00	11.44
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.786	1.844	1.866	1.832
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.024	2.072	2.082	2.059
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.014	2.057	2.052	2.041
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.313	2.345	2.294	2.317
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	22.77	21.36	18.65	20.93

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.70

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1022.19	1020.71	1038.90	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1146.36	1139.94	1152.66	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1140.12	1122.84	1138.68	
D	Masa sumergida aparente (g)	595.37	602.48	596.92	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	12.15	11.68	10.95	11.59
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.54	10.01	9.60	10.38
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.876	1.962	1.918	1.919
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.104	2.191	2.128	2.141
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.093	2.158	2.102	2.118
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.395	2.441	2.351	2.395
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	21.65	19.63	18.42	19.90

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.70

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1049.31	987.81	1010.42	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1184.52	1103.36	1127.56	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1173.62	1096.27	1113.57	
D	Masa sumergida aparente (g)	607.25	572.58	582.17	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	12.89	11.70	11.59	**12.06**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.85	10.98	10.21	**11.01**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.853	1.886	1.901	**1.880**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.091	2.107	2.122	**2.107**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.072	2.093	2.096	**2.087**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.374	2.379	2.359	**2.371**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	21.95	20.71	19.41	**20.69**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.70

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	1055.57	992.12	1017.93	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1185.64	1106.63	1129.95	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1174.16	1097.47	1115.58	
D	Masa sumergida aparente (g)	608.92	573.78	583.66	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	12.32	11.54	11.00	**11.62**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	11.23	10.62	9.59	**10.48**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.867	1.894	1.914	**1.892**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.098	2.113	2.124	**2.112**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.077	2.096	2.097	**2.090**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.363	2.372	2.344	**2.360**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	20.98	20.12	18.36	**19.82**

Institución:	Investigación:
Universidad Cinetífica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP
	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.70

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1060.72	986.13	1010.34	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1199.36	1113.54	1131.32	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1189.52	1100.36	1113.65	
D	Masa sumergida aparente (g)	605.39	554.39	594.81	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	13.07	12.92	11.97	**12.65**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	12.14	11.58	10.23	**11.32**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.816	1.806	1.947	**1.856**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.053	2.040	2.180	**2.091**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.036	2.015	2.146	**2.066**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.330	2.284	2.431	**2.348**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	22.05	20.92	19.91	**20.96**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.70

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1061.77	992.42	1016.39	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1197.36	1110.30	1127.86	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1175.18	1097.26	1110.43	
D	Masa sumergida aparente (g)	628.49	565.35	596.20	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	12.77	11.88	10.97	**11.87**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	10.68	10.56	9.25	**10.17**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.942	1.866	1.977	**1.928**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.190	2.087	2.193	**2.157**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.150	2.063	2.159	**2.124**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.451	2.324	2.419	**2.398**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	20.74	19.71	18.29	**19.58**

Determinación de la densidad, la absorción y los vacíos en el concreto endurecido Relación Agua/Cemento 0.75

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cinetífica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.75

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	998.87	946.16	1021.40	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1144.52	1072.43	1153.21	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1148.51	1074.36	1158.63	
D	Masa sumergida aparente (g)	566.24	555.24	582.32	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	14.58	13.35	12.90	**13.61**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	14.98	13.55	13.44	**13.99**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.715	1.823	1.772	**1.770**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	1.966	2.066	2.001	**2.011**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	1.972	2.070	2.010	**2.017**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.309	2.420	2.326	**2.352**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	25.70	24.70	23.81	**24.74**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.75

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	superior	central	inferior	
A	Masa seca al horno (g)	949.72	984.91	1042.24	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1075.91	1108.43	1165.71	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1078.63	1109.13	1169.45	
D	Masa sumergida aparente (g)	564.40	584.70	614.60	
	Descripción				PROMEDIO
1	Absorción después de inmersión (%)	13.29	12.54	11.85	**12.56**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	13.57	12.61	12.21	**12.80**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.847	1.878	1.878	**1.868**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.092	2.114	2.101	**2.102**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.098	2.115	2.108	**2.107**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.465	2.461	2.437	**2.454**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	25.07	23.69	22.93	**23.89**

Institución:	Investigación:
Universidad Cinetífica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP
	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.75

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	945.90	979.03	1034.31	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1084.69	1105.38	1159.24	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1085.34	1109.24	1165.24	
D	Masa sumergida aparente (g)	525.25	584.70	591.09	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	14.67	12.91	12.08	**13.22**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	14.74	13.30	12.66	**13.57**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.689	1.866	1.801	**1.786**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	1.937	2.107	2.019	**2.021**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	1.938	2.115	2.030	**2.027**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.249	2.483	2.334	**2.355**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	24.90	24.82	22.80	**24.17**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.75

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	1026.95	999.77	951.39	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1160.82	1126.33	1057.36	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1165.56	1128.39	1063.59	
D	Masa sumergida aparente (g)	605.65	594.70	561.09	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	13.04	12.66	11.14	**12.28**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	13.50	12.86	11.79	**12.72**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.834	1.873	1.893	**1.867**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.073	2.110	2.104	**2.096**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.082	2.114	2.117	**2.104**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.438	2.468	2.438	**2.448**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	24.76	24.10	22.33	**23.73**

Institución:	Investigación:
Universidad Cinetífica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP
	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.75

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	932.77	1006.16	1023.60	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1065.32	1141.25	1148.69	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1068.51	1144.57	1151.39	
D	Masa sumergida aparente (g)	544.18	584.63	593.21	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	14.21	13.43	12.22	**13.29**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	14.55	13.76	12.48	**13.60**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.779	1.797	1.834	**1.803**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.032	2.038	2.058	**2.043**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.038	2.044	2.063	**2.048**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.400	2.387	2.378	**2.389**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	25.89	24.72	22.89	**24.50**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.75

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	937.01	1014.07	1024.17	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1067.68	1138.56	1146.29	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1063.75	1142.10	1148.90	
D	Masa sumergida aparente (g)	557.43	600.75	604.62	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	13.95	12.28	11.92	**12.72**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	13.53	12.63	12.18	**12.78**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.851	1.873	1.882	**1.869**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.109	2.103	2.106	**2.106**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.101	2.110	2.111	**2.107**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.469	2.453	2.441	**2.454**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	25.03	23.65	22.92	**23.87**

Institución:	Investigación:
Universidad Cinetífica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP
	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD, LA ABSORCIÓN Y LOS VACÍOS EN EL CONCRETO ENDURECIDO
ASTM C - 642 - 97

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.75

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 30/04/2025
Edad (días) : 7

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	967.63	981.69	1018.56	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1105.36	1113.65	1146.39	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1109.34	1116.57	1153.65	
D	Masa sumergida aparente (g)	553.36	563.27	586.35	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	14.23	13.44	12.55	**13.41**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	14.65	13.74	13.26	**13.88**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.740	1.774	1.795	**1.770**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	1.988	2.013	2.021	**2.007**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	1.995	2.018	2.034	**2.016**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.336	2.346	2.357	**2.346**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	25.49	24.38	23.81	**24.56**

Datos de muestra:

Relación agua/cemento : 0.75

Fecha de vaciado : 23/04/2025
Fecha de ensayo : 21/05/2025
Edad (días) : 28

	N° de Ensayos	1	2	3	
	Parte de probeta	**superior**	**central**	**inferior**	
A	Masa seca al horno (g)	970.96	988.56	1026.24	
B	Masa saturada después de inmersión en el agua (g)	1100.83	1112.45	1142.05	
C	Masa saturada después de ebullición en el agua (g)	1102.04	1115.36	1144.97	
D	Masa sumergida aparente (g)	574.94	598.01	601.62	
	Descripción				**PROMEDIO**
1	Absorción después de inmersión (%)	13.38	12.53	11.28	**12.40**
2	Absorción después de inmersión y ebullición (%)	13.50	12.83	11.57	**12.63**
3	Densidad seca global (bruta) (g/cm3)	1.842	1.911	1.889	**1.881**
4	Densidad global (bruta) después de inmersión (g/cm3)	2.088	2.150	2.102	**2.114**
5	Densidad global (bruta) después de inmersión y ebullición (g/cm3)	2.091	2.156	2.107	**2.118**
6	Densidad aparente (g/cm3)	2.452	2.531	2.417	**2.467**
7	Volumen de espacio de poros permeables (vacíos) (%)	24.87	24.51	21.85	**23.74**

Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.45

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.45

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	30/04/2025	7	10.21	257.3	26,237	81.873	320	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	30/04/2025	7	10.18	270.2	27,552	81.393	339	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	30/04/2025	7	10.19	262.5	26,770	81.553	328	**329**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	30/04/2025	7	10.19	253.0	25,796	81.553	316	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	30/04/2025	7	10.17	273.5	27,884	81.233	343	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
11.69	136.70	3.55

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Cientifíca del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.45

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	21/05/2025	28	10.21	325.2	33,159	81.793	405	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	21/05/2025	28	10.21	313.7	31,983	81.793	391	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	21/05/2025	28	10.21	317.5	32,377	81.793	396	**399**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	21/05/2025	28	10.19	320.6	32,694	81.473	401	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	23/04/2025	21/05/2025	28	10.18	321.4	32,770	81.313	403	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.67	32.20	1.42

Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.50

Institución:	Investigación:
Universidad Científica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.50

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	21/05/2025	28	10.19	303.6	30,962	81.473	380	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	21/05/2025	28	10.15	287.8	29,346	80.914	363	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	21/05/2025	28	10.17	300.9	30,681	81.233	378	**372**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	21/05/2025	28	10.21	294.8	30,063	81.873	367	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	21/05/2025	28	10.20	296.5	30,236	81.713	370	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
7.23	52.30	1.94

Institución:	Investigación:
Universidad Científica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.50

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	30/04/2025	7	10.19	230.9	23,545	81.553	289	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	30/04/2025	7	10.17	241.3	24,604	81.153	303	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	30/04/2025	7	10.21	239.1	24,385	81.873	298	**295**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	30/04/2025	7	10.18	233.3	23,790	81.313	293	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	23/04/2025	30/04/2025	7	10.17	233.4	23,795	81.233	293	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.40	29.20	1.83

Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.60

Institución:	Investigación:
Universidad Científica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP
	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.60

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	30/04/2025	7	10.20	181.4	18,494	81.633	227	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	30/04/2025	7	9.96	180.4	18,395	77.835	236	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	30/04/2025	7	10.18	179.4	18,293	81.393	225	**229**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	30/04/2025	7	10.16	183.6	18,724	81.073	231	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	30/04/2025	7	10.17	180.1	18,369	81.153	226	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.53	20.50	1.98

Institución:	Investigación:
Universidad Científica del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP
	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.60

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	21/05/2025	28	9.92	208.6	21,273	77.21	276	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	21/05/2025	28	10.19	219.4	22,368	81.473	275	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	21/05/2025	28	9.91	215.6	21,988	77.133	285	**277**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	21/05/2025	28	10.18	217.5	22,176	81.393	272	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	23/04/2025	21/05/2025	28	9.95	210.4	21,451	77.678	276	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.87	23.70	1.76

Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.70

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Científica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.70

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	30/04/2025	7	10.20	129.5	13,202	81.713	162	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	30/04/2025	7	10.19	131.4	13,394	81.473	164	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	30/04/2025	7	10.18	135.1	13,773	81.393	169	**164**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	30/04/2025	7	10.19	133.8	13,646	81.473	167	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	30/04/2025	7	10.18	124.6	12,701	81.393	156	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
5.03	25.30	3.07

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Científica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.70

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	21/05/2025	28	10.18	178.8	18,233	81.313	224	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	21/05/2025	28	10.20	178.7	18,225	81.713	223	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	21/05/2025	28	10.19	175.9	17,941	81.473	220	**221**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	21/05/2025	28	10.18	176.3	17,977	81.393	221	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	23/04/2025	21/05/2025	28	10.20	174.5	17,797	81.713	218	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
2.39	5.70	1.08

Ensayo de Compresión Relación Agua/Cemento = 0.75

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Científica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.75

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	21/05/2025	28	10.18	124.9	12,731	81.393	156	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	21/05/2025	28	10.13	124.8	12,727	80.516	158	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	21/05/2025	28	10.20	129.2	13,172	81.713	161	**156**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	21/05/2025	28	10.24	124.9	12,736	82.275	155	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	21/05/2025	28	10.15	118.7	12,107	80.914	150	

DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
4.06	16.50	2.60

Institución:	Investigación: INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
Universidad Científica del Perú	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de cantera (cuarzosa) color blan	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.75

Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU	
Peso específico	3.03	gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	30/04/2025	7	10.22	95.6	9,753	82.034	119	
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	30/04/2025	7	10.12	104.2	10,625	80.436	132	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	30/04/2025	7	10.19	91.8	9,356	81.553	115	**122**
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	30/04/2025	7	10.21	98.5	10,041	81.793	123	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75	23/04/2025	30/04/2025	7	10.18	98.1	10,005	81.393	123	

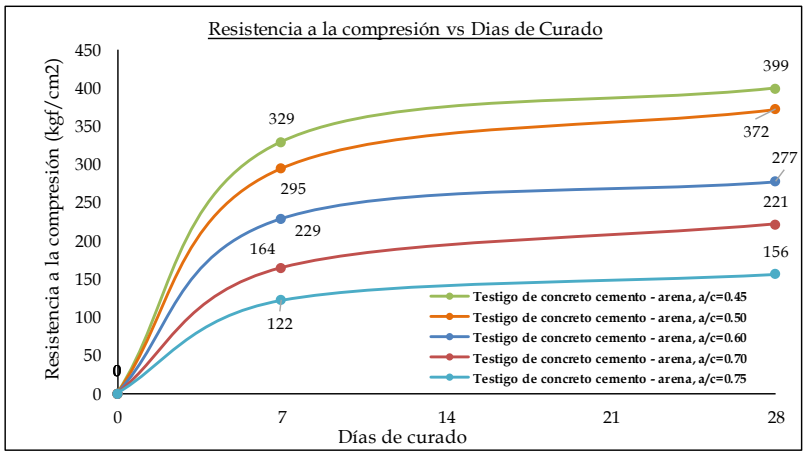
DESVIACIÓN ESTANDAR	VARIANZA	COEF. DE VARIACION
6.31	39.80	5.17

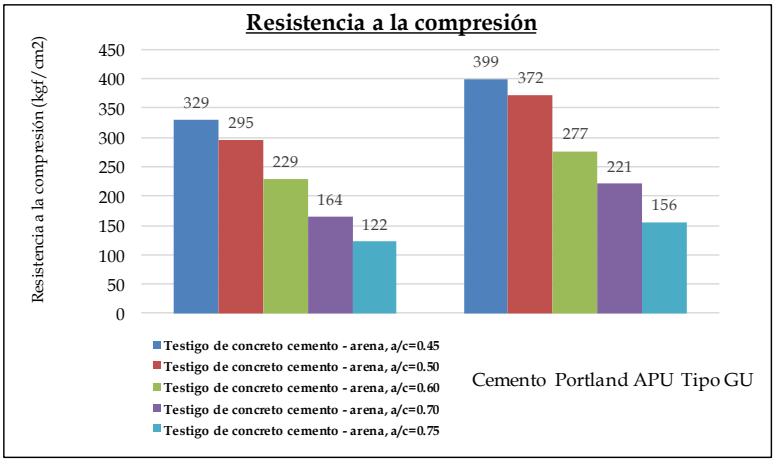
Gráficos de la resistencia a la compresión

Institución:	Investigación:	
Universidad Cientifíca del Perú	INFLUENCIA DE LA RELACIÓN AGUA/CEMENTO EN LA POROSIDAD, ABSORCIÓN, DENSIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO CEMENTO-ARENA DE MEDIANA RESISTENCIA, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	**Realizado por:** Br. FLORES HUAMÁN, Jesús Fernando. Br. NORIEGA GUZMÁN, Gabriel Josimar. **Asesor:** Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm^2)					
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca					
días de curado	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75
7 days	329	295	229	164	122
28 days	399	372	277	221	156

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)					
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca					
días de curado	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.45	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.50	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.60	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.70	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.75
7 días	3.55	1.83	1.98	3.07	5.17
28 días	1.42	1.94	1.76	1.08	2.60





Especificaciones Técnicas cemento AP

CEMENTO **APU**

UNACEM
CONSTRUYENDO OPORTUNIDADES

Ficha Técnica

CEMENTO **APU**

Descripción:
- Es un Cemento Pórtland Tipo GU obtenido de la molienda Clinker Tipo I y adiciones seleccionadas.

Beneficios:
- Óptimos resultados en el desarrollo de las resistencias a la compresión, trabajabilidad y acabado.
- Brinda alta adherencia a los ladrillos y buen acabado en el trabajo.
- Permite un menor tiempo de desencofrado.

Usos:
- De uso general.
- Para todo tipo de obras que no tengan requerimientos especiales de un tipo de cemento.
- Buen acabado de tarrajeos de paredes exteriores e interiores con acabados finos y normales.
- Buen desarrollo de resistencias a la compresión que permiten un menor tiempo de desencofrado.
- Pre Fabricados

Características Técnicas:
- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.082 y la Norma Técnica Americana ASTM C-1157.

Formato de Distribución:
- *Bolsas de 42.5 Kg:* 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- *Granel:* A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.

Recomendaciones

Dosificación:
- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:
- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno.

Panel de Fotos

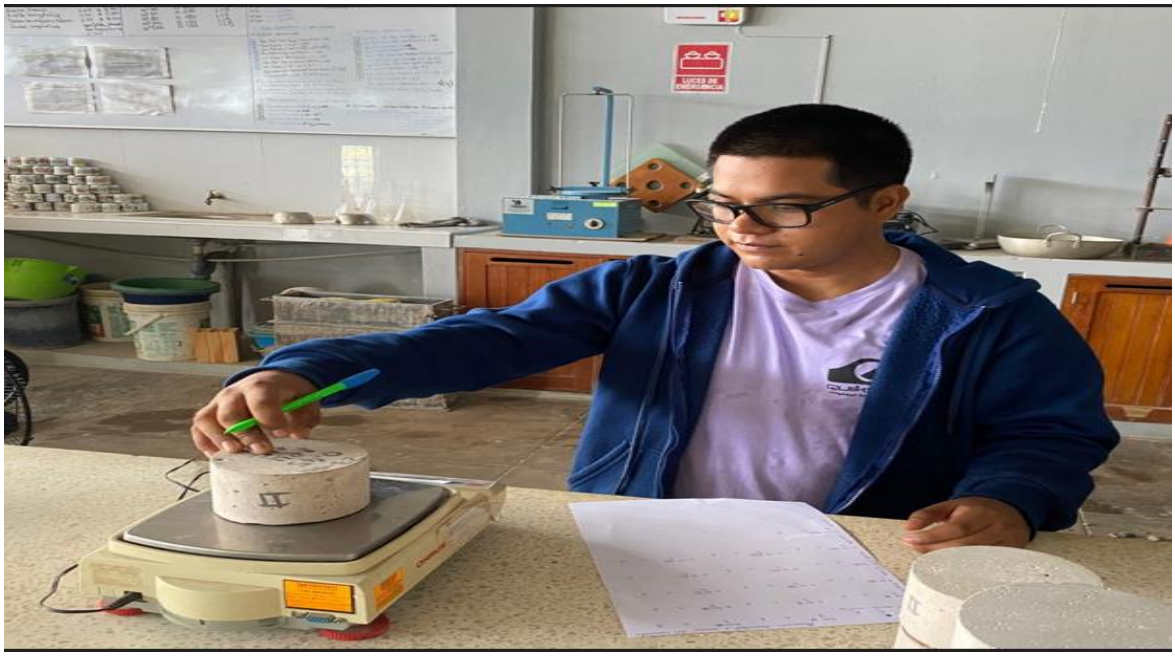
Tamizado de la arena

Ensayo del Pesos específico del agregado fino

Ensayo de absorción del agregado

Preparación de los testigos cilíndricos

Curado de los testigos



Control de testigos para ensayo a la compresión

Ensayo a la compresión