



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A
LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE
ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO
DE 210 KG/CM² Y 280 KG/CM², IQUITOS – 2024”

AUTOR (es) : - Castillo Sandoval, Richwey
- Canales Pinedo, Luis Ángel

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

Requisito para optar al título profesional de Ingeniero civil

Iquitos - Perú
2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 1052-2024-UCP-FCEI, del 13 de noviembre del 2024, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 925-2025-UCP-FCEI, del 03 de octubre del 2025, se autorizó la sustentación.

Siendo las 09:00 a.m. del día 09 de octubre del 2025, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM² Y 280 KG/CM², IQUITOS - 2024"**.

Presentado por:

RICHWEY CASTILLO SANDOVAL
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

LUIS ÁNGEL CANALES PINEDO
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

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

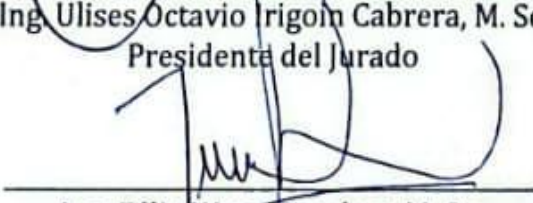
Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

La sustentación es: APROBADA POR UNANIMIDAD

A las 10:47 horas culminó el acto público.

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


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


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


Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.
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 LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA
PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM² Y
280 KG/CM², IQUITOS – 2024”**

De los alumnos: **RICHWEY CASTILLO SANDOVAL Y LUIS ÁNGEL CANALES PINEDO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **24% de similitud**. Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 03 de octubre del 2025.



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

UCP_CIVIL_2025_TESIS_RICHWEY_CASTILLO_LUIS_CANALES_V1



Nombre del documento: UCP_CIVIL_2025_TESIS_RICHWEY_CASTILLO_LUIS_CANALES_V1.pdf ID del documento: 5e31359dbfae49998b02435332f8c0e83ec50337 Tamaño del documento original: 468,25 kB	Depositante: Chris Angela Ramirez Flores Fecha de depósito: 2/10/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 2/10/2025	Número de palabras: 14.612 Número de caracteres: 93.227
--	---	--

Ubicación de las similitudes en el documento:

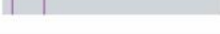


Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstreams/f29e57e3-9d03-4f13-bb38-bbdaa4ea9a01/download 11 fuentes similares	7%		Palabras idénticas: 7% (1033 palabras)
2	detailed-report-es.informe-final-de-tesis-patrik-arana-y-claudia-pare... #5fb395 Viene de de mi biblioteca 8 fuentes similares	6%		Palabras idénticas: 6% (833 palabras)
3	hdl.handle.net Análisis ambiental asociado a la explotación de canteras de agre... http://hdl.handle.net/20.500.14503/1656 8 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (615 palabras)
4	hdl.handle.net Influencia de los Agregados para la Obtención de Modulo de Ela... https://hdl.handle.net/20.500.14138/4949 8 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (592 palabras)
5	repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/4000/bitstreams/dc0ad328-ea25-467e-ac4c-320900be822f/dow... 8 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (540 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	hdl.handle.net Análisis comparativo de las propiedades físicas-mecánicas del c... https://hdl.handle.net/20.500.12759/4900	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (37 palabras)
2	hdl.handle.net Estudio comparativo de las propiedades del concreto (cemento-... http://hdl.handle.net/20.500.14503/1755	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
3	repository.umng.edu.co https://repository.umng.edu.co/bitstream/handle/10654/32457/avellaneda_sanchezandreade...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
4	Documento de otro usuario #27ddf9 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
5	doi.org Panorama económico en el ranking colombiano de revistas científicas. https://doi.org/10.32997/2463-0470-vol.25-num.2-2017-2424	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	https://es.wikipedia.org/wiki/Material_compuesto
2	https://es.wikipedia.org/wiki/Aglomerante
3	https://es.wikipedia.org/wiki/Árido
4	https://es.wikipedia.org/wiki/Agua
5	https://es.wikipedia.org/wiki/Aditivos_para_concreto

HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLERES: RICHWEY CASTILLO SANDOVAL Y LUIS ÁNGEL CANALES PINEDO

La Tesis sustentada en acto público el día 09 de octubre del 2025, a las 09:00 am, en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.



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



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



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



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

Dedicatoria

Desde este trabajo, en mi lugar, a Dios, por darme la vida, la fuerza y la sabiduría necesarias para llegar hasta aquí. A Él le debo cada paso, cada logro y cada momento de luz en los días difíciles. Su presencia me sostuvo cuando más lo necesitaba.

A mis padres, con amor profundo y eterno agradecimiento, por ser el ejemplo más grande de esfuerzo, humildad y entrega. Gracias por sus sacrificios, por su apoyo incondicional y por enseñarme a no rendirme nunca. Este logro también es suyo.

A mi familia, por creer en mí, por sus palabras de aliento y por estar siempre a mi lado en cada etapa de este camino.

Y a todas las personas que, con cariño y apoyo sincero, fueron parte de este proceso: gracias por ser parte de esta meta cumplida.

Richwey

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y sus incansables esfuerzos para darme las oportunidades que ellos no tuvieron.

Gracias por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo, la perseverancia y la honestidad.

Este logro académico no habría sido posible sin su guía, su paciencia y su fe en mí.

Esta tesis está dedicada a ustedes, con todo mi cariño y profunda gratitud. Este logro también es de ustedes amados padres.

Luis

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios, fuente de sabiduría, fortaleza y esperanza. Su presencia ha sido mi guía constante en cada paso de este camino. Sin Él, nada de esto habría sido posible. A lo largo de este proceso, me sostuvo en los momentos de dificultad y me dio paz en medio de la incertidumbre.

A mi familia, mi pilar más firme, gracias por su amor incondicional, sus sacrificios y su apoyo constante. A mis padres, por ser ejemplo de esfuerzo y perseverancia, y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Gracias por enseñarme a luchar por mis sueños y por estar a mi lado en todo momento. Este logro también es suyo.

A mi asesor el Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, le agradezco por su paciencia, su orientación y sus valiosos consejos durante la elaboración de esta tesis. Su experiencia y compromiso académico fueron fundamentales para llegar a este resultado.

A mis profesores (as) de la carrera de Ingeniería Civil, gracias por compartir sus conocimientos y por motivarme a dar siempre lo mejor de mí. Cada clase, cada proyecto, cada exigencia académica me ayudó a crecer como estudiante y como persona.

A mis compañeros (as) de carrera, con quienes compartí tantas horas de estudio, trabajo en equipo y desafíos. Gracias por las experiencias compartidas, por la colaboración y por hacer de esta etapa una experiencia enriquecedora.

Finalmente, agradezco a todas las personas que de alguna manera me apoyaron en este proceso. Cada palabra de aliento, cada gesto de ayuda, fue una bendición.

A todos, gracias de corazón. Esta meta alcanzada es el reflejo del amor, la fe y el esfuerzo compartido.

Richwey

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi madre, quien ha sido el pilar fundamental en mi formación profesional. Su amor incondicional, su apoyo constante y sus sacrificios diarios han sido la base sobre la cual he construido cada uno de mis logros. Por su comprensión día a día apoyándome siempre en mis estudios sin ningún tipo de reproche. Gracias infinitamente a mi madre porque gracias a ella este logro se llegó a concretar. A mi padre Víctor por su apoyo económico y por darme siempre el amor de padre para cada meta que yo quiera cumplir. Eternamente agradecido a estos dos seres que me dieron la vida.

Gracias por creer en mí incluso en los momentos en que yo dudaba, por enseñarme el valor del esfuerzo, la honestidad y la perseverancia. Su ejemplo de vida me ha inspirado a seguir adelante con determinación y humildad.

Este logro no es solo mío, es también de ustedes. Gracias por estar siempre a mi lado. Los amo y amaré hasta el fin de mis días.

Con todo mi cariño y gratitud.

Luis

Índice de contenido

Acta de Sustentación	ii
Constancia de Originalidad	iii
Hoja de Aprobación	v
Dedicatoria.....	vi
Índice de contenido.....	ix
Índice de tablas.....	xii
Índice de figura	xiv
Resumen	xv
Abstract.....	xvi
Introducción	xvii
Capítulo I: Marco teórico	1
1.1. Antecedentes del estudio.	1
1.2. Bases Teóricas.....	14
1.2.1. Cemento	14
1.2.2. Cemento Portland	14
1.2.3. Agregados pétreos.....	15
1.2.4. Agregado Fino	16
1.2.5. Características del agregado grueso y fino:	17
1.2.6. El Concreto	22
1.2.7. Diseño de mezcla de concreto	23
1.2.8. Propiedades del concreto en estado fresco	25
1.2.9. Propiedades del Concreto Endurecido.....	27
1.2.10. Pavimentos de concreto hidráulico	30

1.3. Definición de términos básicos.....	30
Capítulo II: Planteamiento del problema	34
2.1. Descripción del Problema	34
2.2. Formulación del problema.....	35
2.2.1. Problema general.....	35
2.2.2. Problemas específicos	35
2.3. Objetivos	36
2.3.1. Objetivo general	36
2.3.2. Objetivos específicos	36
2.4. Hipótesis.....	37
2.5. Variables	38
2.5.1. Identificación de variables.....	38
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables	39
2.5.3. Operacionalización de Variables e Indicadores	39
Capítulo III: Metodología.....	39
3.1. Tipo y diseño de investigación	40
3.1.1. Diseño de la Investigación	40
3.2. Población y Muestra.....	41
3.2.1 Población:	41
3.2.2 Muestra:	41
3.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de recolección de datos.....	42
3.3.1. Técnicas:.....	42
3.3.2. Instrumentos:	43
3.3.2.1. Procedimiento de recolección de datos.....	43
3.4. Procesamiento y Análisis de datos de la Información	45

Capítulo IV Resultados	47
Capítulo V: Discusión conclusiones y recomendaciones	55
5.1. Discusión.....	56
5.2. Conclusiones.....	59
5.3. Recomendaciones.....	60
Referencias.....	61
Anexos	64
Anexo 1: Matriz de Consistencia.....	65
Anexo 2 Resultado de Laboratorio.....	69
Anexo 3 Prueba de Hipótesis.....	120
Anexo 3 Ficha técnica Cemento APU tipo GU.....	122
Panel de fotos	124

Índice de tablas

Tabla 1.	Requisitos para clasificar agregados gruesos y finos. ASTM C-33.....	17
Tabla 2.	Límites granulométricos según normas NTP 400.037 y ASTM C – 33.	20
Tabla 3.	Diseño optimizado de concreto por resistencia y origen de agregados	24
Tabla 4.	Operacionalización de Variables e indicadores	39
Tabla 5.	Distribución Muestra Patrón	42
Tabla 6.	Distribución Muestra Patrón	42
Tabla 7.	Ensayos de caracterización de agregados y normativa aplicada.....	44
Tabla 8.	Propiedades del concreto en estado fresco y normativa aplicada	45
Tabla 9.	Propiedades del concreto en estado endurecido y normativa aplicada	45
Tabla 10.	Característica del agregado fino San Gerardo Carretera Iquitos a Nauta km 18+000	47
Tabla 11.	Característica del agregado grueso Cantera Yurimaguas.....	47
Tabla 12.	Dosificación por bolsa de cemento	47
Tabla 13.	Composición por m ³ de concreto fresco corregido por cambio de aire 48	
Tabla 14.	Características del concreto en estado fresco	48
Tabla 15.	Ensayo Resistencia a la compresión concreto.....	48
Tabla 16.	Ensayo Resistencia a la Flexión	49
Tabla 17.	Ensayo Módulo Elástico del Concreto	49
Tabla 18.	Ensayo Módulo Poisson del Concreto	49
Tabla 19.	Diseño de Mezclas según calidad de concreto con diferentes tipos de materiales	49
Tabla 20.	Diseño de Mezclas según calidad de concreto con diferentes tipos de materiales	50

Tabla 21.	Análisis granulométrico de combinación de agregados para tamaño máximo nominal $\frac{3}{4}$ " procedimiento sugerido por AMERICAN CONCRETE INSTITUTE	50
Tabla 22.	Característica Física de los agregados	51
Tabla 23.	Característica del agregado fino	51
Tabla 24.	Ensayo Resistencia a la compresión concreto a los 7 días.....	52
Tabla 25.	Ensayo Resistencia a la compresión concreto a los 28 días.....	52
Tabla 26.	Composición de 1m ³ de concreto fresco corregido por cambio de aire atrapado	53
Tabla 27.	Caracterización del agregado fino (arena fina)	53
Tabla 28.	Características del concreto en estado fresco	54
Tabla 29.	Ensayo Resistencia a la compresión concreto a los 7 días.....	54
Tabla 30.	Ensayo Resistencia a la compresión concreto a los 28 días.....	54
Tabla 31.	Composición de 1m ³ de concreto fresco corregido por aire atrapado	55

Índice de figura

FIGURA 1.	Diseño de la Investigación	40
FIGURA 2.	Distribución Muestras	40

Resumen

La presente investigación titulada “Influencia de los agregados en la resistencia a la compresión, módulo elástico y módulo de rotura para pavimentos de concreto hidráulico elaborado con las relaciones A/C de 0.58, 0.63, 0.68 con una resistencia de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², Es una investigación de tipo cuantitativo, de nivel descriptivo y explicativo, de diseño experimental, con 90 probetas de concreto patrón, 60 ejemplares para resistencia a la compresión y 30 para el módulo de ruptura y el concreto experimental fue elaborado usando arena de Iquitos; Asimismo utilizando grueso de tamaño máximo de ¾” y arena fina.

Del agregado fino se tiene un módulo de fineza de 1.46, lo que lo clasifica como un agregado marginal; y, el agregado grueso, tuvo un módulo de fineza de 6.65, correspondiente a un tamaño máximo nominal de ¾”. Material adecuado, según la NTP 400.037 y la norma ASTM C-33.

Palabras clave: influencia del agregado marginal; módulo de fineza; resistencia a la compresión; módulo elástico; módulo de rotura; concreto cemento-arena

Abstract

This research, entitled “Influence of Aggregates on Compressive Strength, Elastic Modulus, and Modulus of Rupture of Hydraulic Concrete Pavements Made with Water-Cement Ratios of 0.58, 0.63, and 0.68 and a Strength of 210 kg/cm² and 280 kg/cm²,” is a quantitative, descriptive, and explanatory study with an experimental design. Ninety concrete specimens were used: 60 for compressive strength and 30 for modulus of rupture. The experimental concrete was made using sand from Iquitos, with a maximum size of $\frac{3}{4}$ ” and fine sand.

The fine aggregate has a fineness modulus of 1.46, classifying it as a marginal aggregate. The coarse aggregate had a fineness modulus of 6.65, corresponding to a nominal maximum size of $\frac{3}{4}$ ”. This material was suitable according to NTP 400.037 and ASTM C-33.

Keywords: influence of marginal aggregate; fineness modulus; compressive strength; elastic modulus; modulus of rupture; cement-sand concrete

Introducción

El concreto hidráulico constituye uno de los materiales más utilizados en la ingeniería civil, debido a su capacidad de resistir carga a compresión, su versatilidad, durabilidad y capacidad de adaptación a diversas condiciones ambientales y estructurales. Dentro de sus componentes, los agregados finos y gruesos representan entre el 60% y el 80% del volumen total de la mezcla, por lo que sus características físicas, mineralógicas y granulométricas influyen directamente en el comportamiento mecánico y en la durabilidad del concreto.

La escasez de agregados gruesos y la abundancia de arenas finas marginales en la ciudad de Iquitos han conducido a la utilización frecuente del concreto cemento – arena, una variante no convencional que prescinde del agregado grueso. Sin embargo, la falta de estudios locales que evalúen la influencia de estos agregados sobre las propiedades mecánicas del concreto hidráulico limita la posibilidad de garantizar la durabilidad y seguridad de las obras viales. Por ello, la presente investigación busca determinar la influencia de la granulometría y el módulo de fineza de los agregados pétreos en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y módulo de rotura del concreto hidráulico de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², aplicable a pavimentos de concreto rígido en condiciones locales de Iquitos.

La investigación ha quedado justificada; y, su importancia radica en que ofrece información técnica para optimizar los diseños de mezcla en la Amazonía peruana (Selva Baja), promoviendo un uso racional de los agregados finos marginales, sin comprometer la calidad estructural de los pavimentos. En este sentido, la investigación contribuye tanto al desarrollo académico como a la práctica profesional en ingeniería civil, al proporcionar bases experimentales para la mejora del concreto hidráulico en contextos geográficos con limitaciones de agregados gruesos.

Este informe final de tesis está estructurado en cinco capítulos. Capítulo I (Marco teórico); Capítulo II (Planteamiento del problema);

Capítulo III (Metodología); Capítulo IV (Resultados de la investigación); y, el Capítulo V (Discusión, conclusiones y recomendaciones).

Capítulo I: Marco teórico

1.1. Antecedentes del estudio.

En el ámbito Internacional

Chan Yam, J.L.; Solís, R. y Moreno, E. I. (2003), investigadores de la Universidad Autónoma de Yucatán – Mérida, México, publicaron un artículo sobre la influencia de los agregados pétreos en las características del concreto. Según esta investigación el origen, la forma y la composición mineralógica de los agregados influyen en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto. En las gravas, su granulometría y tamaño máximo del agregado (TMA), influyen en las proporciones de agregado grueso y fino, cantidad de agua y cemento, trabajabilidad de la mezcla, costo y durabilidad del concreto. Los agregados muy gruesos, generalmente producen mezclas rígidas; mientras que aquellos agregados de buena gradación y de granulometría suave dentro del Huso, producen concreto fresco de propiedades más satisfactorias (Kosmatka y Panarese 1992) en (Chan Yam, J. L.; Solis, R. y Moreno, E. I., 2003).

En el agregado fino, el módulo de finura (MF), y la continuidad en los tamaños, son trascendentes a otras propiedades físicas, ya que existen arenas con módulos de finura aceptables (entre 2.2 y 3.1) y sin embargo, carecen de clase granulométrica; así, cuando el módulo de finura es mayor a 3.1 (arena gruesa), las mezclas preparadas pueden ser poco trabajables, tener menos cohesión entre sus componentes y requiriendo mayores consumos de cemento; y, cuando el módulo de finura es menor a 2.2 (arena fina), muchas veces al resultar concretos sean pastosos se requiera mayores consumos de cemento y agua para una resistencia determinada, con lo cual la probabilidad que ocurran agrietamientos de tipo contracción por secado es mayor (Uribe 1991). Asimismo, el exceso

de materiales finos en el agregado grueso provoca problemas similares en el concreto a los que suele causar una arena con un módulo de finura menor a 2.2. También, el tamaño máximo del agregado influye en la resistencia, observándose que mientras que el TMA disminuye, la resistencia decrece; este fenómeno se ha observado para gravas de 75.0mm, 37.5mm, 19.0mm y 9.5 mm (3", 1½", ¾", y ⅜"); sin embargo, no sucede lo mismo para el concreto elaborado usando un TMA de 4.75 mm. (Malla N° 4), esto es atribuido al tamaño pequeño del agregado y al factor de que esta mezcla representa, mortero o micro concreto (**Sleiman 2000**). También, el módulo de elasticidad del concreto es afectado por el módulo de elasticidad del agregado y por la cantidad volumétrica de éste en el concreto. (Chan Yam, J. L.; Solis, R. y Moreno, E. I., 2003).

Mendoza, Molina y Moya (2004), en la Universidad de El Salvador, investigaron y determinaron la correlación entre el módulo de elasticidad y el módulo de ruptura para pavimentos de concreto hidráulico con materiales en condiciones locales. Los agregados procedieron del río Jiboa y la Cantera San Diego. En el estudio se orientaron por las especificaciones para diseño de pavimentos de la Guía AASHTO 1993. Usaron resistencia a la flexión de 40 kg y 45 kg/cm². La muestra estuvo representada por treinta (30) probetas. Los especímenes fueron elaborados utilizando un diseño de mezcla teniendo en cuenta el Método del ACI, concebido de tal manera que el proporcionamiento de los agregados cumple las recomendaciones granulométricas de la norma ASTM C33. Usaron relaciones A/C = 0.45 y 0.50 y revenimiento entre 2.5 cm hasta 10 cm. Para obtener la resistencia a la compresión (f'_c), y el Módulo de elasticidad estático (E), y la relación de Poisson (μ), los ensayos lo realizaron en especímenes cilíndricos; y, confeccionaron vigas de 6"x6"x 20", para ser ensayadas a flexión para obtener el Módulo de ruptura (MR), ambos bloques fueron ensayados a los 28 días. Los ensayos para determinar el módulo E y relación de Poisson se condujeron según el criterio de la Norma ASTM C 469. Como resultados encontraron

que con el uso de agregados de buena calidad, el Módulo E del concreto se incrementa a medida que aumenta su resistencia a compresión; asimismo, que al aumentar su resistencia a la compresión el concreto tiende a perder “ductilidad”, (su forma de falla se vuelve más frágil), dado el aumento de pendiente que exhiben consecutivamente las ramas descendentes de las gráficas esfuerzo-deformación unitaria. (Mendoza, Molina y Moya, 2004).

Silva, et al. (2013), de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), plantearon una investigación del tipo cuantitativa, y observaron el efecto que tiene la relación agua-cemento, en las resistencias a la compresión, el módulo de ruptura del concreto e identificar la relación existente entre ambos, es decir, el factor “k” y compararlo con lo propuesto por el PCA a las edades de 3, 7 y 28 días.

Este módulo de ruptura teóricamente se obtiene por medio del producto de “k” y la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión, por lo que el objetivo principal de la investigación se centró en la identificación del factor “k”. En el diseño de mezclas aplicaron la norma ACI 211 para f'_c de diseño de 2000, 7000, 3000, 4000, 5000 y 6000 [psi], en ese orden, utilizaron la relación $a/c = 0.606, 0.325, 0.507, 0.438, 0.34$ y 0.33 , respectivamente. La población objetivo de la tesis era el concreto premezclado elaborado por una empresa local. La muestra estuvo conformada por los especímenes de concreto (cilindros y vigas) para resistencias a la compresión en el intervalo de 2000 a 7000 psi a ser evaluado a los 3, 7 y 28 días. La muestra total fue de 72 especímenes (36 cilindros y 36 vigas); de cada mezcla de concreto se tomaron dos especímenes para el ensayo a compresión y dos para ser ensayados por flexión para cada día establecido. (Silva, et al., 2013)

Estos instrumentos y procedimientos fueron basados en las normas ASTM (ASTM, 2002). En su investigación usaron el *programa Minitab*; y,

determinaron para el *asentamiento* (slump [pulg]) valores de 6 3/4", 7", 7", 5 3/4", 7 1/2" y 8 1/4"; para el *peso volumétrico* [lb/pie³] valores de 146, 146.8, 148, 148.8, 145.2, 144; y para el *contenido de aire atrapado* [%] fueron 0.9, 1.0, 1.1, 1.2, 0.8 y 0.8. Ellos para las mezclas de 6000 y 7000 psi, una vez elaborada, agregaron agua, por lo cual se incrementó el slump, y decrecieron el peso volumétrico y el contenido de aire. El factor "k" a los 28 días, según el ANOVA de dos factores (relación a/c y la edad para ambas resistencias), para 2000 y 7000 psi es 11.19; para 3000 es 12.04 y para 4000, 5000 y 6000 psi es 10.42, valores discrepantes, para los materiales utilizados con el valor "k" propuesto por el PCA de 7.5. (Silva, et al., 2013).

Cárdenas y Lozano (2013), en Colombia, en su investigación para obtención de grado, establecieron una ecuación que correlaciona la resistencia a la compresión y la resistencia a la tensión por flexión, a través de la cual conocida la primera resistencia se podría determinar la resistencia a flexión, para controlar la calidad del concreto del pavimento rígido (ACI). Los concretos se diseñan para dos resistencias, a la compresión y a la flexión; los controles de la resistencia a la compresión, se efectuaron en muestras cilíndricas, y para controlar la resistencia a la flexión se elaboraron viguetas prismáticas ensayadas a los 7,14 y 28 días.

Estos investigadores ordenaron los valores promedio de la resistencia a la flexión y la resistencia a la compresión correspondiente a los 7, 14 y 28 días de edad, en hoja de cálculo Excel. Tales valores fueron graficados utilizando las curvas de dispersión lineales y potenciales; y, obtienen de las curvas de tendencia, su modelo matemático y el valor de R². Establecieron que, a los 28 días de curado existe una correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, expresadas a través de las ecuaciones: "*lineal con $y=0.0996x+14.269$ y $R^2=0.9618$ y potencial con $y=1.1756x^{0.6366}$ y $R^2=0.9698$* ". (Cárdenas y Lozano, 2013). Para el ACI la correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la

compresión es de forma exponencial, así: $MR=K\sqrt{F'c}$. De los valores obtenidos de R^2 , es mayor el de la ecuación potencial lo que indica que los valores obtenidos para la correlación son menos dispersos, lo cual garantiza mayor exactitud de los valores del MR determinados a través de la resistencia a la compresión. Se concluye que los requisitos de calidad de los agregados del Río Coello comparados con la normatividad vigente, cumplen. (Cárdenas y Lozano, 2013).

Cabrera y Encarnación (2023). En la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito, Ecuador, investigaron las propiedades mecánicas de flexión y compresión para un hormigón de 21 y 28 MPa con agregados pétreos finos y gruesos, de río y montaña. En esta investigación de diseño experimental, determinaron las características físicas de los agregados, como: granulometría, densidad, peso específico, masa unitaria, porcentaje de vacíos, abrasión, humedad y contenido orgánico; luego realizaron diferentes dosificaciones (El diseño indicó resultados diferentes en cuanto a los materiales que se emplearon para la mezcla), aplicando el método del ACI 211.1, que, a su vez, se basa en la norma ASTM C33, (donde se hace referencia a las especificaciones granulométricas), para un hormigón de 21 y 28 MPA con lo cual determinaron la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, resistencia a la flexión. Para realizar ensayos de compresión, se elaboraron 12 probetas de hormigón cilíndricas de 15cm de diámetro y 30 cm de altura: 6 para el material proveniente de río, correspondiendo 3 probetas para la resistencia de 21 MPa y 3 probetas para la de 28 MPa, de la misma manera con el material proveniente de origen montañoso. Así mismo se realizaron 12 probetas de hormigón rectangulares de 6"x6"x18" para realizar ensayos de flexión.

De los resultados de los ensayos a los agregados: Para el agregado grueso el material de río resultó ser más denso a comparación del material de montaña, que presenta un 24 % de desgaste frente al de

Montaña que sufrió un 27% de desgaste; asimismo, el de río presenta menor absorción a comparación del material de montaña cuyas partículas son menos duras. También pudieron apreciar que la masa unitaria suelta y compacta fue mayor la de montaña a comparación de la de río. El contenido orgánico, evidencia que la arena de río al ser una arena lavada no presenta alto contenido orgánico a diferencia del material de montaña. Así mismo, como en el agregado grueso, también las arenas tuvieron resultados similares para las masas unitarias tanto compactadas como sueltas. La curva granulométrica del agregado grueso de ambos tipos de orígenes está dentro de los límites superiores e inferiores de la ASTM-C33; el agregado fino de montaña se encuentra dentro de los límites de la curva, a diferencia del material de río que presenta un comportamiento diferente, esta arena pasa el límite superior. El módulo de finura de los agregados finos indicó que el material de montaña al ser procesada es considerablemente más grueso que el de río, pues la arena de río es natural y de mala calidad. La resistencia a la compresión para 14, 21 y 28 días para 21 MPa y para 28 MPa. Para materiales procedentes de río se obtuvo una resistencia a los 28 días de 277.796 kg/cm² superior al hormigón con materiales procedentes de montaña con una resistencia de 269.732 kg/cm² que fueron diseñados para una dosificación de 210 kg/cm².

El módulo de elasticidad del concreto con material de río tiene un valor más alto que el elaborado con material de montaña, es decir presenta mayor deformación elástica en el hormigón el material de río.

Para la resistencia a la flexión se calculó el módulo de rotura resultando que el hormigón con material de montaña es más resistente a flexión tanto para la dosificación de 210 kg/cm², como para la dosificación 280 kg/cm² que el hormigón con material de río pues alcanzó, a los 28 días, un módulo de rotura de 63.387 kg/cm², a comparación del otro que alcanzó 51.225 kg/cm² para una dosificación de 210 kg/cm². (Cabrera y

Encarnación, 2023).

Serrano Guzmán & Pérez Ruiz (2010), docentes investigadores de la Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga y Pontificia Universidad Javeriana, Cali, publicaron un Artículo Científico referente al análisis del módulo de elasticidad estático del concreto E_c , parámetro relacionado con la resistencia a compresión del mismo. Estos investigadores, señalaron que en Colombia se usa un valor promedio y no se toma en cuenta el origen del agregado. Este valor en kg/cm² está definido en la Norma Sismorresistente de 1998 (NSR-98), con la ecuación $E_c = 12,500 \sqrt{f'_c}$.

Ellos analizaron resultados de 611 especímenes de concretos de resistencia de 210 kg/cm² preparados en plantas concretoras, para evaluar las ecuaciones propuestas de estimación del E_c del concreto muestreado. Proponen utilizar la ecuación $E_c = 6,250 \sqrt{f'_c}$ (en Kg/cm²) en lugar de la fórmula sugerida por el NSR-98. Sin embargo, para cuando se conozca el peso unitario W del concreto, recomiendan emplear la fórmula del ACI, reajustada a $E_c = 0.054W^{1.5} \sqrt{f'_c}$ en Kg/cm². Observaron que para concretos con $W = 2,375$ Kg/m³ y $f'_c = 210$ kg/cm², la ecuación propuesta por el NSR-98 sobrestima los valores de E_c en un 50%, entre tanto que las del ACI y el CEC sobrestiman el E_c en un 24% y 46.2%, respectivamente. (Serrano Guzmán & Pérez Ruiz, 2010).

Grefa y Umajinga (2023), en la ciudad de Quito – Ecuador, debido a la falta de información sobre la relación entre el módulo de elasticidad del concreto y la matriz cementante, consideraron necesario investigarlo considerando distintos tipos de agregados, por lo que se compararon los módulos de elasticidad de cuatro minas y cuatro tipos de cemento diferentes para una resistencia de 24MPa. Realizaron 16 mezclas de concreto con relaciones agua/cemento de 0.488 y 0.502; y también, tomaron en cuenta varias relaciones a/c para la pasta de cemento. Como

resultado alcanzaron una resistencia a la compresión simple máxima de 57.36 MPa. Al comparar los valores teóricos y experimentales del módulo de elasticidad, se observó que indistintamente del tipo de cemento o cantera que se utiliza, éste es influenciado directamente por la resistencia, correspondiendo a similares resistencias, similares módulos de elasticidad; pues, no difieren mucho entre sí. Además, independientemente del tipo de cemento se verificó que a menor relación a/c, mayor es el módulo de elasticidad de la pasta de cemento. También observaron que la pasta de cemento tiene un comportamiento lineal; y, el cemento tipo GU tiene un mejor comportamiento sin importar la relación a/c de la pasta; sin embargo, ya en la mezcla de concreto, el cemento tipo HE proporciona una mayor resistencia.

Con respecto a la comparación entre el módulo de elasticidad teórico y experimental de la mina de Pifo utilizando el módulo de elasticidad del agregado de dicha mina, los valores son semejantes, mostrando una relación de 1.034, que significa que son valores confiables por estar la relación cercana a 1. (Grefa y Umajinga, 2023).

Jimenez (2015): En Colombia, investigó los materiales del río Cucuana y su influencia en la resistencia a la compresión del concreto hidráulico, con el propósito de establecer una ecuación matemática que correlacione el módulo de rotura con la resistencia a la compresión, conociéndose que la ecuación de correlación entre estas dos propiedades mecánicas que se maneja actualmente es la siguiente, que tiene la forma exponencial, es decir, $MR=2,6\sqrt{f'c}$.

La investigadora se planteó como objetivos: diseñar, elaborar y determinar la resistencia a la compresión y el módulo de rotura de mezclas de concreto de 3000psi (210 kg/cm²) a 4500psi (315 kg/cm²), utilizando los materiales provenientes del Río CUCUANA; asimismo, identificar la relación existente entre la resistencia a la compresión y el

módulo de rotura, es decir, el factor “k” del concreto hidráulico a los 7, 14 y 28 días. Determinó que a los 28 días esta relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión se expresa en la siguiente ecuación $Y = 2,5388x^{1,2223}$.

También se observó que, al aumentar el módulo de rotura aumenta en igual proporción la resistencia a la compresión por lo que existe una relación dependiente entre ambas. El valor obtenido en R2 en esta ecuación respecto a la resistencia de los 28 días es la que está más altamente correlacionada, por aproximarse a 1 el índice de correlación.

La arena natural y la grava triturada de $\frac{3}{4}$ utilizados para los diseños de mezclas, según los ensayos de laboratorio realizados no presentan una gradación adecuada de acuerdo con las especificaciones dadas por el método; sin embargo, presentan características aceptables con respecto a su dureza, densidad, absorción, módulo de finura, pesos específicos y sin contenido de materia orgánica.

Antecedentes en el ámbito Nacional

La arena natural y la grava triturada de $\frac{3}{4}$ utilizados para los diseños de mezclas, según los ensayos de laboratorio realizados no presentan una gradación adecuada de acuerdo con las especificaciones dadas por el método; sin embargo, presentan características aceptables con respecto a su dureza, densidad, absorción, módulo de finura, pesos específicos y sin contenido de materia orgánica.

Chávez y Pinchi (2015), en su tesis para optar el grado de maestro por la Universidad Nacional de Ingeniería, efectuaron diversos diseños de mezcla de concreto convencional de resistencias a la compresión entre 210 kg/cm² y 280 kg/cm², con diferentes tipos de proporción de agregados finos y gruesos, adecuando las relaciones agua/cemento a la curva granulométrica de los agregados pétreos de Tarapoto.

Efectuaron combinaciones de agregados pétreos de los ríos Huallaga y Cumbaza de tamaño máximo nominal comprendido entre $\frac{3}{4}$ " y $\frac{3}{8}$ ", usándose inclusive arenas retenidas en la malla N° 8; encontrándose porcentajes promedio de participación de 39% y 61% de arena y grava. Las características físicas promedio de los agregados: peso específico; absorción; peso unitario suelto; peso unitario compactado; tamaño máximo; tamaño máximo nominal; módulo de fineza y contenido de humedad, para arena y grava fueron 2.54, 2.67; 0.4, 0.54; 1580, 1432; 1685, 1559; 0, $\frac{3}{4}$ "; 0, $\frac{1}{2}$ "; 2, 0 y 0,0, respectivamente. Su consumo de cemento para diversa variación de granulometría para la resistencia $f'_c=210$ kg/cm² fue de 7.81 a 8.7 bolsas/m³; y, de 9.64 a 10.94 bolsas/m³ para el concreto $f'_c=280$ kg/cm².

Ispilco y López (2017), en su Tesis para optar al título de Ing. Civil por la UPN, en la ciudad de Cajamarca estudiaron la influencia en el módulo elástico (E) y el módulo de rotura (MR) de los agregados de dos (2) canteras aluviales de los ríos Mashcón y Chonta. Primero, determinaron las características físicas de los agregados, luego efectuaron el diseño de mezcla, (dosificación de materiales), aplicando el método del ACI 211, teniendo como base dos módulos de rotura 42 kg/cm² y 45 kg/cm² por cada cantera, bajo la premisa, que son los más utilizados en el diseño estructural de pavimentos rígidos en áreas urbanas. La muestra estuvo conformada por 48 probetas cilíndricas para ser ensayadas a compresión, y determinar el módulo de elasticidad y 48 especímenes tipo viga de 0,15 x 0,15 m de sección transversal y 0,45m para el módulo de rotura. El módulo de rotura se obtuvo mediante la aplicación de cargas en los tercios medios de la viga. Para el material del río Chonta, el módulo de elasticidad alcanzó un valor de 245337 kg/cm² para una resistencia a la compresión de 265 kg/cm² y 239 684 kg/cm² para la cantera río Mashcón; y, para una resistencia a compresión de 304 kg/cm² se obtuvieron módulos de elasticidad de 270 868 kg/cm² para la

cantera del río Chonta y 262247 kg/cm² para la cantera río Mashcón. Con una resistencia a compresión de 265 kg/cm² se obtuvieron módulos de rotura de 42,80 kg/cm² para la cantera del río Chonta y 42,71 kg/cm² para la cantera del río Maschón; y, para una resistencia a la compresión de 304 kg/cm² se obtuvieron módulos de rotura de 45,88 kg/cm² para la cantera del río Chonta y 45,53 kg/cm² para la cantera del río Mashcón. (Ispilco y López, 2017).

Roncalla (2017) en la ciudad de Trujillo estudió la influencia del módulo de finura de la combinación de agregados de la cantera Silva ubicada en el km 588 de la Panamericana Norte en el módulo de elasticidad del concreto reoplástico. Su propósito fue obtener un criterio del comportamiento elástico más idóneo para realizar análisis estructurales y, a través de éste, obtener resultados de mayor precisión tras la evaluación de cargas por peso propio y de sismo. El trabajo tuvo como objetivo determinar la relación que existe entre ambos parámetros y el porcentaje de variación que poseen los concretos reoplásticos de 8 pulgadas de asentamiento, elaborando para la misma relación agua cemento diseños de mezcla con aditivo SikaCem Plastificante (superplastificante, usándose 500ml por bolsa de cemento), y agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4", 1/2" y 3/8", obteniéndose un módulo de finura de la combinación de agregados propio para cada uno, siendo este parámetro menor para menor tamaño máximo de piedra. Su *variable independiente* fue: Módulo de finura de la combinación de agregados, con sus *dimensiones*: Tamaño máximo nominal de la piedra de 3/4", Tamaño máximo nominal de la piedra de 1/2"; tamaño máximo nominal de la piedra de 3/8", y arena; cuyo módulo de finura correspondientemente a cada dimensión era el indicador. Su *variable dependiente* fue: Módulo de elasticidad del concreto reopolástico, cuya dimensión era "Zona elástica del comportamiento del concreto", con su indicador "resistencia del concreto".

La muestra estuvo representada por 45 testigos de concreto de 12x6 pulgadas elaborados según norma ASTM C192, y con relaciones A/C= 0.40, A/C= 0.45 y A/C=0.50, para arena + piedra $\frac{3}{4}$ ", arena + piedra $\frac{1}{2}$ " y arena +piedra $\frac{3}{8}$ ", respectivamente. Para los resultados de la investigación se aplicó lo expuesto por la ASTM C-469, determinando el módulo elástico de los testigos de cada grupo, observándose elasticidades más altas para módulos de finura de la combinación de agregados más bajos, siendo los coeficientes de variación de 3.46%, 3.91% y 7.57% para relaciones agua cemento de 0.40, 0.45 y 0.50, respectivamente.

Atahuaman y Ucharima (2021): En su investigación del tipo documental - bibliográfica, realizaron un estudio, a partir de la colecta de datos de tesis y artículos recopilados en los últimos cinco años, con respecto a la influencia de diferentes parámetros como el tamaño máximo nominal de diferentes tipos de agregados en el módulo de elasticidad y módulo de rotura en pavimentos rígidos. Los objetivos específicos de esta investigación fueron: Determinar el tamaño máximo nominal del agregado, los tipos de agregados y analizar el tipo de agregado para obtener la influencia en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión del pavimento rígido. El investigador llegó a las siguientes conclusiones:

“1. Los agregados influyen en la obtención del módulo de elasticidad y módulo de rotura en los pavimentos rígidos. En el tamaño máximo nominal del agregado se obtiene una influencia ascendente (10mm, 19.1mm, 29.5mm y 37.5mm) con una resistencia a la compresión (100, 213, 329 y 513) kg/cm², respectivamente, incrementando en (113%, 54% y 56%) su resistencia a la compresión. Para el tipo de agregado natural, reciclado y de cantera, se obtiene una influencia ascendente para el módulo de elasticidad, resistencia a la flexión y resistencia a la compresión. El módulo de elasticidad ascendió 35.4%, 13.8% y 49.5%. La resistencia a flexión ascendió 11.4%, 0%, 21.5% y 31.7%); y la resistencia a la compresión ascendió 58.2%, 28.8%, 3.9% y 43.5%”.

“2. El tamaño máximo nominal del agregado influye en la resistencia a la compresión obteniéndose valores superiores a 100 kg/cm² para un

tamaño máximo nominal del agregado de 10mm y mayor de 513kg/cm² para un tamaño máximo nominal del agregado de 37.5mm”.

“3. El tipo de agregado influye en el módulo de elasticidad, siendo el agregado natural con parámetro mayor que los otros tipos de agregados, con un parámetro de 599287 kg/cm², 400749 kg/cm² y 352108 kg/cm² para los agregados naturales y 260020 para un agregado tipo de cantera”.

“4. El tipo de agregado influye en la resistencia a la flexión, así con el agregado natural se alcanza 75 kg/cm² y con los agregados de cantera y reciclado, se logra solamente 42 kg/cm² y 47 kg/cm², respectivamente”.

“5. El tipo de agregado influye en la resistencia a la compresión, esto se debe porque los agregados naturales de 647 kg/cm² y 451kg/cm² de resistencia influyen más que agregados de cantera y reciclados con parámetros 213 kg/cm²; 337 kg/cm²; 434 kg/cm²”.

Neira (2023), en la Universidad Señor de Sipán, estudió el módulo de elasticidad del concreto elaborado con agregados pétreos de la región Lambayeque. El investigador afirma que, en el ámbito de la construcción se viene desarrollando ensayos específicos referente a la resistencia que produce el diseño de mezcla del concreto, siendo el objetivo principal de su tesis: estudiar el comportamiento del módulo de elasticidad del concreto a $f'c=175$ kg/cm²; $f'c=210$ kg/cm²; $f'c=280$ kg/cm². Utilizó una metodología de enfoque experimental, es por ello que se evaluó cinco (5) canteras de la región Lambayeque, donde los agregados fueron clasificados mediante ensayos físicos con el propósito de seleccionar el mejor agregado de calidad requerida por la normativa. Al realizarse los ensayos físicos a los agregados se evidenció que, el óptimo módulo de fineza es de la cantera Tres Tomas, al presentar un módulo de fineza de 2.507, la cual se encuentra en el rango establecido por la normativa. En cuanto al tamaño máximo nominal del agregado grueso, la cantera Tres Tomas y La Viña presentaron un T.M.N de 3/4”.

Los ensayos mecánicos correspondiente de resistencia a la compresión y módulo elástico del concreto, evidenció que la cantera óptima fue la denominada Tres Tomas, ya que en sus resultados se

observó que alcanzó una resistencia a los 28 días de curado de 197,8 kg/cm², 228,4 kg/cm² y 305,2 kg/cm², para los diseños de mezcla de $f'c=175$ kg/cm², $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², respectivamente; sin embargo, para la propiedad mecánica del módulo elástico, los resultados evidenciados a los 28 días de curado del concreto fue de 186114.6 kg/cm², 195306.7 kg/cm² y 246811.2 kg/cm², para los diseños de mezcla de $f'c=175$ kg/cm², $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm², respectivamente; no obstante, el valor de $E = 246811.2$ kg/cm² correspondió a la cantera La Victoria. (Neira, 2023).

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Cemento

El cemento es un conglomerante, posee propiedades adhesivas, compuesto de sustancias capaces de endurecer al reaccionar con agua (Sanjuán & Chinchón, 2014).

El cemento hidráulico se obtiene de la pulverización del Clinker - producto que resulta por la calcinación y fusión de materiales calcáreos y arcillosos. (McCormac & Brown, 2011).

1.2.2. Cemento Portland

Obtenido por la pulverización del Clinker portland y la adición eventual de sulfato de calcio. El cemento portland es el más usado y versátil de los materiales de construcción, al ser usado en todo tipo de estructuras y en diferentes climas (Rivva, 1992). (Norma E.060: Concreto Armado)

Este cemento tiene una composición química definida y debe cumplir con las propiedades físicas exigidos por la norma ASTM C150, mostrados en la sección 1, requisitos específicos indicados en la Tabla 2, y opcionales señalados en la Tabla 3 (ASTM C 150, 2007, p. 150).

Existen 8 tipos de cemento Portland: “Tipo I; Tipo II; Tipo III; Tipo IV; Tipo V; aunque los tipos IA, IIA, y IIIA, tiene los mismos usos que los tipos I, II y III, pero contienen un aditivo incorporador de aire” (ASTM C150, 2007); (Baquerizo, et al., 2014, p.85-95).

1.2.3. Agregados pétreos

Materiales pétreos que, aunque poseen resistencia propia y suficiente resistencia, no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento (Guzman, 2001). Conjunto de partículas de roca que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites de diámetro fijados en norma. (Flores y Toribio, 2024). Según el diámetro de las partículas pueden dividirse en agregados grueso y fino. (NTP 400.037, 2018), (NTP 400.037, 2021).

La operación de muestreo es fundamental en el proceso de control de calidad (NTP 400.010. Agregados, 2016), (ASTM C702, 2015). Los requisitos de granulometría y calidad de los agregados pétreos para el concreto en nuestro país se encuentran normalizados; sin embargo, para lugares de la Selva Baja Peruana, donde solamente existen arenas muy finas, no está regulada por norma alguna. (NTP 400.037, 2021).

Existen requisitos para clasificar los agregados gruesos y finos para elaborar concretos (ASTM C33-03, 2015).

Las partículas del agregado fino, pasan casi en su totalidad el tamiz de 4.75mm (malla N° 4); y, el agregado grueso son aquellas partículas de roca retenidas totalmente en el tamiz N° 4 (4.75mm), usualmente de 5mm a más. Ambos son esenciales en la preparación del concreto; el agregado grueso, aporta la mayor parte de resistencia y el fino aporta la manejabilidad y el llenado de vacíos, conformando mezclas más densas y de esta manera contribuyen a mejorar a la vez la resistencia.

1.2.4. Agregado Fino

Conjunto de partículas pétreas proveniente de la roca madre debido a la acción de agentes naturales o antrópicos. El 100% de las partículas pasa por el tamiz normalizado 9.5mm (3/8 pulg), así mismo debe quedar retenido en el tamiz N° 200 (74μm). (NTP 400.037, 2021). Para Rivva L. (2004) puede ser arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; pasa la malla de 3/8" (9.51mm) y cumple con los límites establecidos en la Norma (NTP 400.037, 2021), (ASTM C33-03, 2015, p. 033).

La arena gruesa, tiene un módulo de finura de entre 3.7 – 3.1, el tamaño medio de partícula es superior a 0.5 mm. La arena mediana, su módulo de finura es de 3.0 – 2.3, el tamaño medio de partícula es de 0.5 – 0.35 mm. Arena fina, su módulo de finura es de 2.2 – 1.6, el tamaño medio de partícula es de 0.35 – 0.25 mm.

En la Tabla 1, se presentan los requisitos para clasificar agregados gruesos y finos, según la Norma ASTM C-33/ C33M-18.

Tabla 1. Requisitos para clasificar agregados gruesos y finos. ASTM C-33

N° A.S.T.M	TAMAÑO NOMINAL	% Que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37,5 mm	25 mm	19 mm	12,5 mm	9,5 mm	4,75 mm	2,36 mm	1,18m m	300 µm
		4"	3 1/2"	3"	2 1/2"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°8	N°16	N°50
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	2 1/2" a 1 1/2"			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	2" a 1"				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	2" a N°4				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	1 1/2" a 3/4"					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
467	1 1/2" a N°4					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	1" a 1/2"						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	1" a 3/8"						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	1" a N°4						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	3/4" a 3/8"							100	90 a 10	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	3/4" a N°4							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	1/2" a N°4								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	3/8" a N°8									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	3/8" a N°16									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9^	3/8" a N°8										100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: ASTM C33-03 (ASTM C33-03, 2015).

1.2.5. Características del agregado grueso y fino:

Peso Unitarioo Peso Aparente: (NTP 400.017), (ASTM C – 29)

Peso de un volumen unitario de agregado. Se expresa en kg/m³, valor dependiente de sus condiciones intrínsecas, tales como su forma, tamaño, granulometría y contenido de humedad; como de factores externos: grado de compactación aplicado, tamaño máximo del agregado, la forma de consolidación, y otros. Se identifican los dos tipos siguientes:

Peso Unitario Suelto (P.U.S.)

Se obtiene al llenar el recipiente en una sola capa y sin ninguna presión.

Peso Unitario Compactado o Varillado (P.U.C.)

Se obtiene cuando se compacta al llenar el recipiente en tres capas, dando 25 golpes por capa con una varilla de 5/8" de diámetro, de 0.60m de longitud y de extremo redondeado.

Peso específico y absorción de agregados finos: (NTP 400.022), (ASTM C-128)

Peso específico, gravedad específica o densidad real: relación entre el peso del agregado y su volumen. El peso específico de las arenas varía entre 2.5 y 2.7 g/cm³. El volumen de huecos de una arena natural de granos uniformes y finos oscila entre 26% y 55% (Benites, 2011).

En esta definición se toma en cuenta tres relaciones a usar: peso específico de masa (PE_{masa}), peso específico de masa saturado-superficialmente seco (PE_{esse}) y peso específico aparente (PE_{aparente}). En las tres relaciones, el antecedente siempre es el peso de la masa del agregado; solo varía el volumen (consecuente)

a) (PE_{masa}): peso del agregado y el volumen total (incluyendo los poros permeables e impermeables, naturales del material).

b) (PE_{esse}): peso del agregado saturado superficialmente seco y el volumen mismo.

c) Peso Específico Aparente (PE_{aparente}): peso del agregado y el volumen impermeable de la masa

Porcentaje de absorción: diferencia del peso del agregado fino superficialmente seco menos el peso del material secado al horno a 100 - 110°C por un periodo de 24 horas, dividida entre el peso seco, valor multiplicado por 100.

Contenido de humedad: (NTP 339.185), (ASTM C–566)

Diferencia del peso del agregado fino natural menos el peso del agregado secado en horno a 100 - 110 °C por un periodo de 24 horas, valor multiplicado por 100. Físicamente, el contenido de humedad es la cantidad de agua que contiene el agregado fino. Esta cantidad de agua es un factor determinante de la relación agua/cemento en el diseño de mezclas de concreto.

Granulometría del agregado fino (NTP 400.012)

Se refiere a la distribución de los diámetros de las partículas de una masa de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de arena del mismo tamaño, según los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200 de la serie Tyler. La fracción de arena que pasa la N° 200 es la que afecta la resistencia, consecuentemente es esta fracción la que tiene mayor influencia entre el agregado y la pasta. La granulometría es continua si existe retención de agregado en las mallas entre la N° 4 y la 100 de la serie Tyler; sin que se retenga más del 45 % en dos tamices consecutivos. (NTP 400.012).

La calidad del concreto convencional depende, especialmente de la granulometría y otras características del agregado fino, pues básicamente es la resistencia de la pasta la que determina la capacidad resistente del concreto. La granulometría de la arena a diferencia de lo que pasa con el agregado grueso que si se puede manipular (por cribado y almacenamiento), por diámetros separados, el control de calidad se centra en su homogeneidad (Ari, 2002).

En el ensayo de distribución granulométrica se aplican la Norma Técnica NTP 400.037 y la Norma ASTM C – 33, como se muestra en la:

Tabla 2. Límites granulométricos según normas NTP 400.037 y ASTM C – 33.

Malla	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 – in)	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	10 a 30
150 µm (N° 100)	2 a 10

Fuente :
ASTM
C33-
03
(ASTM
C33-
03, 2015).

Módulo de Finura: (Norma NTP. 400.011)

Índice numérico que cuantifica el tamaño promedio de las partículas del agregado fino; que, que permite controlar la uniformidad de los agregados; y, se utiliza en el diseño de mezclas de concreto para optimizar la dosificación de los materiales. Se calcula como la suma de los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 dividido entre 100. (Norma Técnica NTP.400.011).

“Las arenas cuyos módulos de finura están comprendidas entre los valores 2.2 y 2.8 producen concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación y las que se encuentran entre 2.8 y 3.2 son las más favorables para los concretos de alta resistencia” (Benites, 2011).

“La norma establece que la arena debe tener un módulo de finura no menor de 2.35 ni mayor que 3.15” (Ari, 2002) (ASOCEM).

La Norma Técnica NTP 400.011, considera que el módulo de finura de una arena entre 2.3 y 3.1 es adecuada para producir concreto

(Tamaño de partícula es de 0.5 – 0.35 mm); un valor menor que 2.0 (tamaño medio de partícula es de 0.35 – 0.25 mm) indica una arena fina; 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 (partícula de tamaño medio superior a 0.5mm) una arena gruesa.

El módulo de fineza de la combinación de agregados se determina por la siguiente fórmula (Pando y Rodríguez, 2025):

$$r_f = \frac{m_g - m}{m_g - m_f}$$

Donde:

m : Módulo de fineza de la combinación de agregados

m_f : Módulo de fineza del agregado fino

m_g : Módulo de fineza del agregado grueso

r_f : Porcentaje de agregado fino en el agregado global respecto al volumen total del agregado.

Superficie Específica:

Suma de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por unidad de peso. En su estimación se consideran dos supuestos: todas las partículas son esféricas y el tamaño medio de las partículas que pasan por un tamiz y quedan retenidas en la siguiente de menor diámetro es igual al promedio de las aberturas de dichas mallas.

La superficie específica del agregado fino es mucho mayor que la del agregado grueso, debido a que un volumen de agregado grueso contendría muchísimas partículas de arena con un área superficial total más grande por unidad de peso del material. Esta mayor medida incrementa la necesidad de la pasta para recubrir la superficie de cada partícula de arena, trayendo consigo el requerimiento de mayor cantidad de agua y a la vez mayor cantidad de cemento, afectándose tanto las propiedades del concreto cemento-arena en estado fresco como en estado endurecido.

Material que pasa la malla N° 200: (NTP 400.018), (ASTM C-117)

Está constituido por arcilla y limo. Se presentan recubriendo el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezclado con la arena. Este material al mezclarse con el agua, afecta la reacción del cemento, reduciendo la resistencia del concreto, así como pueden causar fisuras, afectando la durabilidad de la estructura. La arcilla, afecta la adherencia del agregado y la pasta, el segundo, incrementa los requerimientos de agua de mezcla. (Benites, 2011)

La ASTM C-33 con relación al material que pasa la malla N° 200 indica que éste influye trascendentemente entre el agregado y la pasta, afectando la resistencia. Las mezclas requieren una mayor cantidad de agua, conlleva a un aumento de la contracción del concreto, limitándose a no más entre el 3% al 5%. (Benites, 2011)

Aunque valores más finos que la malla #200 hasta del orden del 7% no necesariamente causan efectos negativos si se contrarresta mejorando el diseño de mezclas, bajando la relación agua/cemento y/o optimizando la granulometría (Benites, 2011).

El contenido de polvo o material que pasa por la malla N° 200 (tamiz normalizado de 75 µm) se determina aplicando la Norma Técnica NTP 400.018.

$$\% \text{ que pasa la malla N° 200} = \frac{\text{Peso de la muestra lavada y secada}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

1.2.6. El Concreto

Material compuesto, formado por cemento hidráulico, al que se añade áridos (agregados pétreos), agua y aditivos específicos (Mehta &

Monteiro, 1992).

El concreto es un material multicomponente formado por agregados y pasta (Kjellsen & Justnes, 2004). La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une a los agregados pétreos para formar una masa que una vez endurecida es semejante a una roca. (Kosmatka, Panarese & Bringas, 1992) en (Ramírez y Ríos, 2025).

Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos para obtener un nuevo material con la resistencia apropiada (Norma E.060).

1.2.7. Diseño de mezcla de concreto

El diseño de mezclas del concreto es el proceso para determinar las proporciones correctas de sus componentes, para obtener una mezcla en estado fresco y endurecido que cumpla con las características previamente fijadas, como la *trabajabilidad, durabilidad, resistencia, módulo elástico, costo y otras*. *El proceso implica estudios previos de los materiales componentes y control de las mezclas de concreto, usándose a menudo métodos estandarizados como los de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM), la AASHTO y del AC*. (Kosmatka, Panarese & Bringas, 1992).

El proceso de diseño de mezclas incluye, entre otras actividades, el estudio completo de los agregados pétreos, granulometría, como su huso y la determinación del módulo de finura, tamaño máximo del agregado grueso, superficie específica, peso unitario (densidad), contenido de humedad, absorción, material fino que pasa la malla N° 200; características del agua; slump, temperatura, rendimiento de materiales y contenido de aire, entre otras. (Guerra y Mori, 2024).

Se basa en ciertos criterios en los que intervienen la proporción arena / piedra y las relaciones agua/cemento para el concreto

convencional (Flores y Toribio, 2024). Son estas exigencias para con el agregado grueso, que al no participar en el concreto cemento-arena, que se está innovando y extrapolando, con la participación de la investigación en la academia.

El método A.C.I. considera el módulo de finura de los agregados en la dosificación del diseño de mezcla. Se miden los materiales (cemento, agua, agregado grueso y arena) en peso y volumen, y se diseña tanto para una mezcla en estado fresco como endurecido a través de tablas. (A.C.I 211.1), (ASTM C33) **(Cárdenas y Lozano, 2016)**. Ver caso en la Tabla 3.

Tabla 3. Diseño optimizado de concreto por resistencia y origen de agregados

Origen de los agregados	Proporción en volumen (m3)			
	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
	Hormigón			
Resistencia de diseño f'c=210 kg/cm2				
H/C	8.7	0.2956	0.4287	0.1295
H/C	8.24	0.2979	0.4446	0.1094
H/C	7.81	0.2647	0.4786	0.1196
H/C	8	0.2793	0.4585	0.1211
H/C	8.24	0.2909	0.437	0.1259
H/G	8.09	0.3648	0.3496	0.1337
H/C	8	0.28	0.4586	0.1207
H/C	8.49	0.2551	0.4464	0.1391
H-S/A	8.12	0.2815	0.4538	0.1246
H/C	8	0.274	0.4848	0.1007
H/C	8	0.2712	0.4853	0.1008
H/C	8	0.272	0.4868	0.0981

Origen de los agregados	Proporción en volumen (m3)			
	Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
	Hormigón			
Resistencia de diseño f'c=210 kg/cm2				
H/C	8	0.2873	0.4788	0.0971
H/G	7.9	0.3299	0.4239	0.1137
Resistencia de diseño f'c=280 kg/cm2				
H/C	10.94	0.2702	0.4053	0.1315
H/C	9.69	0.2678	0.4341	0.123
H/C	9.76	0.257	0.4289	0.1404
H/C	10.16	0.2719	0.4079	0.1389
H-S/A	9.64	0.2639	0.4222	0.1379
H/C	9.88	0.2779	0.4515	0.0969

Fuente: (Chávez y Pinchi, 2015)

Leyenda: **H/C** = Huallaga / Cumbaza

H/G = Huallaga / cantera Gatica; **H-S/A** = Huallaga-Shapaja/ Alianza

1.2.8. Propiedades del concreto en estado fresco

Peso unitario: (N.T.P. 339.046), (ASTM C – 138)

Peso varillado por unidad de volumen. Su valor se expresa en kg/m³. Depende del peso unitario del tipo de agregado, resultando de ello concretos livianos, normales y pesados, cuando está entre 400 a 1700, 1800 a 2500 y mayor de 2500 kg/m³, respectivamente; aunque, si se utilizan agregados gruesos se alcanzan valores de peso unitario de hasta 5200 kg/m³. Este ensayo determina el grado de densidad del concreto.

Consistencia (Asentamiento: (NTP 339.035), (ASTM C - 143)

Capacidad de la masa de concreto para adaptarse al encofrado con facilidad, manteniéndose homogéneo y con un mínimo de vacíos. La consistencia es función de la cantidad de agua en la mezcla; en las mezclas de concretos bien dosificadas, el contenido de agua necesario para producir un asentamiento determinado depende de varios factores que afectan la fluidez de la mezcla, determinando su trabajabilidad, durante el transporte, colocación y compactación. Entre otros factores no menos relevantes, están: la relación agua/cemento, la forma y gradación de los agregados, las proporciones del agregado grueso y fino, el contenido de aditivos (básicamente los plastificantes o superplastificantes), la temperatura de la mezcla; así, se requiere más agua con agregados de forma angular y textura rugosa, reduciéndose su contenido al incrementarse el tamaño máximo del agregado. El ensayo para medir la consistencia del concreto se denomina *slump* y consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico (Cono de Abrams), midiendo el asentamiento de la mezcla luego de desmoldado (Ari, 2002).

Contenido de Aire: (NTP 339.046)

Es el porcentaje del volumen ocupado por pequeñas burbujas de aire dentro de la mezcla de concreto, que puede ser aire atrapado durante la elaboración de la mezcla o aire incorporado intencionalmente por medio de un aditivo incorporador de aire para mejorar la trabajabilidad y durabilidad. El porcentaje de aire atrapado en exceso debilita la estructura misma del concreto; pero, el incorporado más bien lo protege contra el congelamiento y deshielo, reduce la exudación, y mejora su resistencia en ambientes agresivos. Este ensayo (realizado por el método gravimétrico), asegura la calidad y desempeño del concreto; se realiza para determinar qué cantidad de vacíos tiene internamente el concreto en toda su masa. Cuanto más aire tenga, su resistencia a la compresión disminuye.

Exudación (NTP 339.077)

Característica del proceso natural e inevitable en el concreto, donde una parte del agua de mezcla se separa de la masa y sube hacia la superficie después de la colocación del concreto. El fenómeno está gobernado por las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar, antes que por el efecto de la viscosidad y la diferencia de densidades de los componentes sólidos más pesados o del agua y la masa plástica del concreto. La exudación excesiva genera una capa superficial débil, puede causar la aparición de grietas, reduce su resistencia y su durabilidad.

Se expresa en porcentaje. Está influenciada por la cantidad de finos en los agregados y la finura del cemento durante la molienda, cuanto más fino es y mayor sea el porcentaje de material menor que la malla N° 100 la exudación será menor, ya que retienen el agua de mezcla (Ari, 2002).

1.2.9. Propiedades del Concreto Endurecido

Resistencia a la Compresión: (ASTM C39), (NTP 339.034)

Capacidad de soportar cargas por unidad de área, es decir, la competencia que tiene el concreto frente a los esfuerzos de compresión, propiedad mecánica que representa su característica principal; depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada en términos de relación agua /cemento; la afectan, además, los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, (temperatura, tiempo), calidad de los agregados, que constituyen complemento de la estructura del concreto; y, el curado que es el complemento del proceso de hidratación de la mezcla del concreto. (ASTM C33).

El tamaño máximo nominal del agregado influye en la resistencia a la compresión, así, por ejemplo, para cierto tipo de agregado, el tamaño máximo nominal que influyen es de 10mm, 19.1mm, 9.5mm y 37.5 mm, que tiene como resultado mayor resistencia a la compresión de 100 kg/cm² , 213 kg/cm² , 329 kg/cm² y 513 kg/cm² respectivamente, que otros tamaños máximo nominales del agregado, dependiendo del slump ya que, otros tamaños máximo nominal del agregado tienen como resultado una resistencia menor. (Atahuaman y Ucharima, 2021); (Ekwuldo y Eme, 2017); (Mosa et al., 2017) y (Mohammed y Al-Mashhadi, 2020).

Los ensayos para determinar la resistencia a la compresión del concreto se efectúan, generalmente, sobre cilindros que miden 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Estos cilindros se elaboran y curan siguiendo los procedimientos descritos en la norma ASTM C31 y NTP 339.033. Las edades más usuales para estos ensayos pueden ser: 1, 3, 7, 14, 90 y 360 días. Es frecuente determinar la resistencia a los 28 días de curado.

Resistencia a la flexión del concreto

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada.

El tipo de agregado influye en la resistencia a la flexión del pavimento rígido; así con el agregado de río, andesita, caliza, batolito de Santa María, respectivamente se alcanzó resultados de 42 kg/cm²; 47 kg/cm²; 57 kg/cm²; 75 kg/cm² que difieren a otras resistencias, aquí influye también la relación agua /cemento. Sin embargo, el tipo de agregado más influyente en la resistencia a la flexión es el agregado natural (75kg/cm²). (Robles y Sánchez, 2015); (Ispilco y López, 2017); (Dittmer & Beushausen, 2014); (Figuerola et al., 2017); (Sabih y Rafiqui, 2018)

El módulo de ruptura (MR) del concreto hidráulico es el esfuerzo

máximo a la flexión (MR). Es una medida útil para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico, puesto que las losas de pavimento trabajan principalmente a flexión; por lo que, en estos casos, la calidad del concreto se especifique indicando su módulo de ruptura. El Comité Europeo de concreto, para dato de entrada en el diseño, recomienda estimar teóricamente este módulo, por medio del producto de un factor “k” y la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión del concreto hidráulico.

El módulo de rotura es un parámetro que indica la resistencia que va a tener de acuerdo a las cargas; y el módulo de elasticidad indica la rigidez y capacidad de distribución de las cargas. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión. (Ispilco e Infantes, 2017) en (Atahuaman y Ucharima, 2021).

Las resistencias a la flexión y la resistencia a la compresión correspondiente a los 7, 14 y 28 días de edad, se registran en hoja de cálculo Excel. Tales valores se grafican utilizando curvas de dispersión lineales y potenciales; y, de las curvas de tendencia, se obtienen su modelo matemático y el valor de R^2 . A partir del modelo matemático, se establece el tipo de relación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión, resultando un tipo de ecuación o lineal o potencial; por ejemplo, pueden ser semejantes a las siguientes ecuaciones: lineal con $y=0.0996x+14.269$ y $R^2=0.9618$ y potencial con $y=1.1756x^{0.6366}$ y $R^2=0.9698$ aplicables a los 28 días. Se debe tener en cuenta que la ecuación de correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión recomendada en el ACI es de forma exponencial, así: $MR=K\sqrt{f'c}$.

Para su medición se aplica cargas a vigas de concreto de 6” x 6” (150 x 150 mm) de sección transversal y de luz mínima de tres veces el espesor.

1.2.10. Pavimentos de concreto hidráulico

Estructuras constituidas por materiales colocadas en capas sobre un terreno natural con el fin de aumentar su resistencia ante cargas del tránsito vehicular. Su uso se ha impuesto al superar al pavimento flexible en resistencia a la compresión y flexión. En su estructura es determinante el origen, tipo y tamaño de agregado, intervienen desde el diseño de mezcla, para lograr su resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y resistencia a la flexión.

En su diseño por el criterio de fatiga, (controla el agrietamiento del pavimento bajo la acción repetida de 1 a 5 cargas de los vehículos pesados) se considera el módulo de rotura, el cual controla el agrietamiento del pavimento bajo la acción repetida de cargas de los vehículos pesados. Las deformaciones que sufre un pavimento rígido bajo las cargas del tránsito producen tanto esfuerzos de compresión como de tracción. Sin embargo, la relación entre los primeros y la resistencia a la compresión es demasiado baja, como para afectar el espesor de la losa. La relación entre los segundos y la resistencia a la flexión es mucho mayor, llegando a valores mayores de 0.5. Los esfuerzos y la resistencia a la flexión, son los factores a considerarse en el diseño del pavimento. (Robles y Sánchez, 2015).

El pandeo de un pavimento de concreto hidráulico bajo cargas axiales produce esfuerzos de compresión y flexión.

1.3. Definición de términos básicos

- **Agregados:** Son minerales comunes, resultado de acciones antropogénicas o debido a las fuerzas geológicas, erosivas del agua o del viento. Se encuentran en canteras y lechos de ríos (arena, grava o roca).

- **Agregado Fino:** Fracción que pasa el tamiz de 4.75 mm. Sean arenas naturales o resultado de la trituración de gravas. (Manual de

carreteras –Especificaciones técnicas Generales para construcción, 2013) en (Atahuaman y Ucharima, 2021). Otros autores clasifican al agregado fino como aquel, que pasa íntegramente el tamiz 9,5 mm (3/8") y queda retenido en la malla N° 200.

- **Agregado Grueso:** Porción del agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm. Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas, sus fragmentos deben ser limpias, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrarles.

- **Tamaño máximo nominal del agregado:** Es el menor tamiz de la serie utilizada en el análisis granulométrico que produce el primer retenido. *“Es el porcentaje del 15 % al retenido del inmediato superior mínimo. Si este valor es menor del 5% entonces se toma el valor inferior”*(Atahuaman y Ucharima, 2021). El tamaño máximo nominal del agregado no deberá superar un tercio del espesor del diseño del pavimento. Manual de carreteras –Especificaciones técnicas Generales para construcción (2013) en (Atahuaman y Ucharima, 2021).

- **Módulo de elasticidad:** Relación entre esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, por debajo del límite proporcional; es decir, para esfuerzos de tracción o compresión menores que su límite de proporcionalidad. Se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales.

Según las Normas de Concreto del RCDF, el módulo de elasticidad del concreto (en Kg/cm²) debe tomarse como $13000\sqrt{f'C}$. Para concreto clase 1 y como $8000\sqrt{f'C}$ para concreto clase 2. (Saavedra y Ramírez, 2017).

- **Resistencia a la flexión:** indicador que se utiliza generalmente al diseñar pavimentos y losas sobre suelo. También, llamada **módulo de**

ruptura, y para un concreto de peso normal su valor se aproxima al intervalo de 1.99 a 3.18 veces el valor de la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión. (Mendoza et al., 2004)

- **Resistencia a la compresión:** Se define como la capacidad para soportar fuerzas de compresión por unidad de área, expresada en términos de esfuerzo, generalmente en kg/cm², MPa y libras/ pulgada cuadrada (psi). Cuando dicha cantidad esté bajo un signo radical, sólo la raíz cuadrada corresponde al valor numérico más no a la unidad de medida.

- **Peso Volumétrico:** Relación del peso de la masa del concreto entre su volumen de masa; se le conoce también como densidad, peso unitario o peso específico de masa.

- **Retracción del concreto:** El concreto antes de su endurecimiento (edades tempranas), tiende a sufrir variación de su volumen después de que ha sido colocado y/o instalado en obra debido a cambios térmicos e hidrométricos en su estructura.

Las retracciones comprenden cuatro fases: asentamiento plástico; retracción plástica primaria; retracción autógena; retracción plástica secundaria.

- **Coeficiente de Poisson:** Constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a las de estiramiento. (Saavedra y Ramírez, 2017)

- **Concreto de peso normal:** Es un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 Kg/m³.

Agregado Fino Marginal: Los agregados marginales son aquellos que no cumplen con los requerimientos de las especificaciones de las

normas y, usualmente serán rechazados. Sin embargo, un ejemplo limitado de tales agregados ser aceptados si el concreto resultante cumple con todo el requisito de las especificaciones de obra. (Rivva López- Naturaleza y Materiales del Concreto, pag. 187).

Capítulo II: Planteamiento del problema

2.1. Descripción del Problema

Este proyecto de investigación se formuló por la necesidad de mejorar el comportamiento del principal material para construir - la arena -, debido a la falta de agregado grueso. El empleo solamente del agregado fino en la elaboración de mezclas de concreto ha definido un nuevo tipo de material, el concreto cemento – arena.

El concreto, que está normado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica E.060: Concreto Armado, es el convencional, aquel que tiene una composición de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos, existiendo una variación en su composición, entre éste y el concreto cemento -arena que se usa en gran parte del departamento de Loreto.

En las estructuras viales que están sometidas repetidamente a las cargas del tránsito se produce la falla del pavimento por fatiga. Al presentarse la grieta por fatiga, se disminuye el tiempo de vida útil del pavimento, pues induce el fracturamiento de las losas en grietas longitudinales, transversales, de esquina y de bloque. También se producen fisuras en el concreto en estado fresco (retracción plástica), por lo tanto, la fisuración es un fenómeno indeseable para las estructuras de pavimento rígido, afectando la durabilidad, transmisión y continuidad de transmisión de las cargas, concentración de esfuerzos y desmejora la funcionalidad y competencia estructural del pavimento. (López, 2019).

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

2.2. Formulación del problema

La problemática expuesta, conlleva a formular la pregunta general de la investigación de la siguiente manera:

2.2.1. Problema general

¿Cómo influye la granulometría de los agregados pétreos, en la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c= 280 \text{ kg/cm}^2$?

2.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cómo es la influencia del tamaño máximo nominal del agregado en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$?

2. ¿Cómo es la influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$?

3. ¿Cómo es la influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$?

4. ¿Cómo es la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$

kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm²?

5. ¿Cómo es la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm²?

6. ¿Cómo es la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm²?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la granulometría de los agregados pétreos, en la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm².

2.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm².

2. Determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm².

3. Determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

4. Determinar la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

5. Determinar la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

6. Determinar la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

2.4. Hipótesis

Hipótesis de general

La granulometría de los agregados pétreos influye en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Para la prueba estadística de la Hipótesis se plantea:

- **Hipótesis (H₁):** El tamaño máximo nominal del agregado pétreo influye en la resistencia a la compresión del concreto convencional y

concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'c = 210$ kg/cm² y $f'c = 280$ kg/cm².

• **Hipótesis (H1₂):** El tamaño máximo nominal del agregado pétreo influye en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'c = 210$ kg/cm² y $f'c = 280$ kg/cm².

• **Hipótesis (H1₃):** El tamaño máximo nominal del agregado pétreo influye en el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'c = 210$ kg/cm² y $f'c = 280$ kg/cm².

• **Hipótesis (H1₄):** El módulo de fineza del agregado fino influye en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'c = 210$ kg/cm² y $f'c = 280$ kg/cm².

• **Hipótesis (H1₅):** El módulo de fineza del agregado fino influye en el módulo elástico del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'c = 210$ kg/cm² y $f'c = 280$ kg/cm².

• **Hipótesis (H1₆):** El módulo de fineza del agregado fino influye en el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'c = 210$ kg/cm² y $f'c = 280$ kg/cm².

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de variables

Variable independiente:

X: Agregados pétreos.

Variable dependiente:

Y: Resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y módulo de ruptura del concreto convencional y concreto cemento-arena,

elaborado con agregado fino marginal de módulo de fineza menor de 1.5.

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables

2.5.3. Operacionalización de Variables e Indicadores

Tabla 4. Operacionalización de Variables e indicadores

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión operacional	Indicadores	índices
X: Agregados pétreos	Agregados pétreos constituyen hasta el 80 % del volumen del concreto	Investigación basada en la influencia del origen, forma, minerales y granulometría de los agregados.	Estado fresco del concreto	- Relación a/c	Proporción
				- Consistencia Asentamiento.	A/C: 0.58, 0.63 y 0.68
				-Peso unitario	Asentamiento [pulg] Kg/m3
Y: Resistencia a la compresión, módulo elástico y módulo de ruptura del concreto convencional y concreto cemento-arena.	Propiedades del concreto endurecido.	Medible mediante ensayos	Estado endurecido del concreto	- Resistencia a la compresión.	F'c Concreto patrón <=210 kg/cm2 y f'c= 280 kg/cm2
				-Módulo elástico	kg/cm2 ó Mpa
				- Resistencia a la flexión (Módulo de ruptura)	

Capítulo III: Metodología

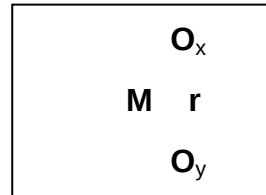
3.1. Tipo y diseño de investigación

El estudio es de tipo cuantitativo. D nivel descriptivo y explicativo.

3.1.1. Diseño de la Investigación

La investigación tiene un diseño cuasi-experimental.

FIGURA 1. Diseño de la Investigación



Donde:

M: Muestra que representa al universo de las propiedades del concreto convencional y concreto cemento-arena.

O: Información relevante de interés recogidas de la muestra.

X: Granulometría y módulo de fineza de agregados pétreos grueso y fino.

Y: Resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y módulo de ruptura del concreto convencional y concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal de módulo de 1.46

FIGURA 2. Distribución Muestras



Donde:

C°: Concreto cemento-arena patrón de diseño $f'_c \leq 210 \text{ kg/cm}^2$ - 280 kg/cm^2

X: Granulometría y módulo de fineza de agregados pétreos grueso y fino.

O1 y O2 : Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido

3.2. Población y Muestra

3.2.1 Población:

Está constituida por el universo de diseños de concreto convencionalmente concreto cemento-arena de $f'c \leq 210 \text{ kg/cm}^2$ - 280 kg/cm^2 que se elabora en la Selva Baja Peruana.

3.2.2 Muestra:

La muestra estuvo conformada por especímenes de concreto cemento – arena, obtenido a partir del diseño óptimo para relaciones A/C iguales a 0.58, 0.63, 0.68; con las siguientes características de materiales:

- Cemento portland Tipo I marca APU Tipo GU.
- Agregado fino, arena con módulo de fineza 1.46 procedente de una cantera de las inmediaciones de la carretera Iquitos-Nauta.
- Agregado Grueso TMN $\frac{3}{4}$ "
- Agua potable

El agregado fino, estuvo constituido por arena cuarzosa blanca de módulo de finura inferior a 1.9 procedente de las inmediaciones de la carretera Iquitos-Nauta. Para el concreto convencional se utilizó información de diseños de concreto, que utilizaron agregados gruesos y finos de diferentes canteras en explotación en el río Huallaga en las inmediaciones de las ciudades de Yurimaguas (cantera aluvial Papaplaya) y de Tarapoto (jurisdicción del distrito de Shapaja), de cuyas canteras se procesa el agregado grueso y fino, y que esporádicamente se traslada, para su comercialización en la ciudad de Iquitos.

Las muestras estuvieron conformadas de la siguiente manera:
Muestra patrón: $f'c \leq 210 \text{ kg/cm}^2 - 280 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 5. Distribución Muestra Patrón

Muestra Patrón: Resistencia a la compresión (probetas cilíndricas)						
Dosificación	Unidades	Relación a/c			Días de curado	Variación de tipo de agregado
		0.58	0.63	0.68		A.F. A.G.
Óptima		5	5	5	7	Var. 1 Var. 2
		5	5	5	28	Var. 1 Var. 2
	Total, Probetas	5 testigos a moldear x 2 días a evaluar x 3 diseños de concreto x 2 variaciones de tipo de agregado = 60 probetas				

* Agregado Fino (A.F.), Agregado Grueso (A.G.).

Tabla 6. Distribución Muestra Patrón

Muestra Patrón: Resistencia a la Flexión - Módulo de ruptura (Vigas Normalizadas = 6" x 6" (150 x 150 mm) de sección transversal y de luz mínima de tres veces el espesor)						
Dosificación	Unidades	Relación a/c			Días de curado	Variación de tipo de agregado
		0.58	0.63	0.68		A.F. A.G.
Óptima		5	5	5	28	Var. 1 Var. 2
	Total, Probetas	5 testigos a moldear x 1 días a evaluar x 3 diseños de concreto x 2 variaciones de tipo de agregado = 30 muestras				

* Agregado Fino (A.F.), Agregado Grueso (A.G.).

3.3. Técnicas, Instrumentos y Procedimientos de recolección de datos

3.3.1. Técnicas:

Las principales técnicas que se emplearon para la recolección de los datos fueron:

- Observación de laboratorio
- Análisis de contenido

3.3.2. Instrumentos:

- Guías de observación
- Fichas de registro

3.3.2.1. Procedimiento de recolección de datos

La colecta de datos se efectuó en dos etapas:

Trabajo de gabinete: Para la elaboración del anteproyecto y las fichas de registro de información.

Trabajo de Campo: Recolección de muestras de arena desde cantera en carretera Iquitos-Nauta, y su traslado al laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales - UCP.

Trabajo de gabinete o Laboratorio: realización de los ensayos de caracterización de agregados, elaboración de concreto convencional y concreto cemento -arena, aplicando los criterios de la NTP y del ACI 211.

Tras la obtención de las muestras, se realizaron los ensayos de asentamiento, peso volumétrico y contenido de aire, según criterios de la Norma ASTM (ASTM, 2002). Y, posteriormente se aplicó el ensayo para determinar la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de curado; el ensayo para determinar el módulo elástico y el ensayo a la flexión para el módulo de ruptura a la edad de 28 días. Para la contrastación de las hipótesis de investigación, se utilizó el programa de análisis estadístico MINITAB, realizándose un ANOVA de tres factores considerando relación A/C, edad y granulometría de los agregados grueso y fino, separadamente.

NORMAS A USAR:

Tabla 7. Ensayos de caracterización 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

ENSAYOS PARA EL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

Tabla 8. 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.	ASTM C-
Temperatura	NTP 339.	ASTM C-
Peso unitario	NTP 339.046	ASTM C-138

ENSAYOS PARA EL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

Tabla 9. 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
Módulo elástico	NTP 339.	ASTM C-
Módulo de ruptura	NTP 339.079 (2012)	ASTM C-78

3.4. Procesamiento y Análisis de datos de la Información

El procesamiento de la información se realizó de forma mecánica/computarizada.

Para el registro de los resultados, se usaron fichas de registro o formatos de laboratorio.

Los procesadores para el tratamiento de datos o información fueron:

- Para procesamiento de texto y elaboración de informe de tesis se usó el procesador Word; y, para el procesamiento de datos y gráficos obtenidos de laboratorio se utilizó Excel

- Para la prueba estadística se utilizó MINITAB

3.4.1. Técnicas de Procesamiento

Para el procesamiento de datos se elaboró:

- a. Tablas
- b. Gráficos

3.4.2. Análisis de datos e información

La variable problema se evaluó estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) para un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%) y un intervalo de confianza $(1 - \alpha) = 0.95$ (95%).

Capítulo IV Resultados

Tabla 10. Característica del agregado fino San Gerardo Carretera Iquitos a Nauta km 18+000

Ensayo	% que pasa la malla N° 200	Módulo de fineza	Superficie Específica	PUS	PUC	Peso específico	% de absorción
	%			kg/m³	kg/m³	gr/cc	
	Valor	Valor		Valor	Valor	Valor	Valor
1	3.01	1.46	56.76	1.513	1.739	2.709	0.36
2	2.93	1.46	57.32	1.522	1.742	2.645	0.34
3	3.39	1.46	57.64	1.537	1.745	2.583	0.26
Prom.	3.11	1.46	57.24	1.524	1.742	2.646	0.32

Tabla 11. Característica del agregado grueso Cantera Yurimaguas

Ensayo	Módulo de fineza	Tamaño nominal	PUS	PUC	Peso específico	% de absorción
			kg/m³	kg/m³	gr/cc	
	Valor		Valor	Valor	Valor	Valor
1			1.468	1.525	2.602	0.68
2	6.65	¾"	1.469	1.534	2.605	0.72
3			1.462	1.557	2.605	0.66
Prom.	6.65	¾"	1.466	1.539	2.604	0.69

Tabla 12. Dosificación por bolsa de cemento

Diseño de mezcla de concreto cemento arena 210kg/cm²- 280kg/cm²-Concreto Patrón			
APU Tipo GU			
Dosis	Relación Agua/Cemento (A/C)		
	0.58	0.63	0.68
Cemento [kg/m³]	42.50	42.50	42.50
Agregado fino [kg/m³]	60.80	67.20	74.00
Agregado Grueso [kg/m³]	107.10	118.20	129.60
Agua Efectiva lts	21.70	23.40	25.10

Tabla 13. Composición por m3 de concreto fresco corregido por cambio de aire

Diseño de mezcla de concreto cemento arena 210kg/cm ² - 280kg/cm ² -Concreto Patrón-Concreto Patrón			
APU Tipo GU			
DOSIS	Relación Agua/Cemento (A/C)		
	0.58	0.63	0.68
Cemento [kg/m3]	386.44	355.21	329.14
Cemento [bol]	9.09	8.36	7.74
Agregado fino [kg/m3]	532.01	540.69	548.79
Agregado Grueso kg	968.82	984.64	999.38
Agua Efectiva lts	224.12	223.79	223.81
Contenido de Aire Atrapado	8.23%	8.37%	8.37%

Tabla 14. Características del concreto en estado fresco

Descripción	Relación A/C		
	0.58	0.63	0.68
P. U. concreto fresco [kg/m3]	2211.39	2104.32	2101.12
Contenido de Aire (Método gravim.) [%]	8.23	8.37	8.37
Slump [pulg]	4½"	4 5/8"	5 3/4"
Temp. de mezcla [°C]	31.8	32.4	33.2

Relación A/C	Días de curado	Resistencia a la compresión Promedio [kg/cm2]
0.58	7	237
	28	309
0.63	7	198
	28	250
0.68	7	160
	28	201

Tabla 15. Ensayo Resistencia a la compresión concreto

Tabla 16. Ensayo Resistencia a la Flexión

Días de curado	Resistencia a la flexión Promedio [kg/cm ²]		
	Relación A/C		
	0.58	0.63	0.68
7 días	38	36	31
28 días	41	39	36

Tabla 17. Ensayo Módulo Elástico del Concreto

Días de curado	Módulo de Elasticidad		
	RELACIÓN A/C		
	0.58	0.63	0.68
28 días	268.327	242,530	229,152

Tabla 18. Ensayo Módulo Poisson del Concreto

Días de curado	Módulo de Poisson		
	RELACIÓN A/C		
	0.58	0.63	0.68
28 días	0.314	0.257	0.239

Tabla 19. Diseño de Mezclas según calidad de concreto con diferentes tipos de materiales

Resistencia de Diseño F'c (kg/cm ²)	Proporción en Volumen (m ³)			
	cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
210	8.7	0.2956	0.4287	0.1295
	8.24	0.2979	0.4446	0.1094
	7.81	0.2647	0.4786	0.1196
	8	0.2793	0.4585	0.1211
	8.24	0.2909	0.437	0.1259

8.09	0.3648	0.3496	0.1337
8	0.28	0.4586	0.1207
8.49	0.2551	0.4464	0.1391
8.12	0.2815	0.4538	0.1246
8	0.274	0.4848	0.1007
8	0.2712	0.4853	0.1008
8	0.272	0.4868	0.0981
8	0.2873	0.4788	0.0971
7.9	0.3299	0.4239	0.1137

Fuente (Chávez y Pinchi 2015 pág. 84)

Tabla 20. Diseño de Mezclas según calidad de concreto con diferentes tipos de materiales

Resistencia de Diseño F'c (kg/cm ²)	Proporción en Volumen (m ³)			
	cemento	Agregado Fino Hormigón	Agregado Grueso	Agua
280	10.94	0.2702	0.4053	0.1315
	9.69	0.2678	0.4341	0.123
	9.76	0.257	0.4289	0.1404
	10.16	0.2719	0.4079	0.1389
	9.64	0.2639	0.4222	0.1379
	9.88	0.2779	0.4515	0.0969

Fuente (Chávez y Pinchi 2015 pág. 85)

Tabla 21. Análisis granulométrico de combinación de agregados para tamaño máximo nominal ¾" procedimiento sugerido por AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

Tamices Serie Americana	Descripción	TMN 3/4" - 25.0%		TMN 3/4" - 25.0%		TMN 3/8" - 37.0%		Resultado de la Combinación	
	Abertura (mm)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)	Ret. (%)	Pasa (%)
3"	76.2								
2 ½"	63.5								
2"	50.8								
1½"	38.1								

1"	25.4		100		100.0				100
3/4"	19.05	34.72	65.28		100.0 0			8.68	91.32
1/2"	12.7	51.5	13.78	65.25	34.75		100	37.67	53.65
3/8"	9.525	10.26	3.52	27.3	7.45	21.03	78.97	20.72	32.93
1/4"	6.35	-	-	-	-				32.93
N°4	4.76	1.37	2.15	5.03	2.42	74.59	78.97	29.85	3.08
N°6	3.36	-	-	-	-				3.08
N°8	2.38	0.11	2.04	0.25	2.17	0.16	4.22	0.18	2.9
<N° 8	1.19	2.04	0	2.17		4.22		2.9	0

Fuente (Chávez y Pinchi 2015 pág. 128)

Tabla 22. Característica Física de los agregados

Descripción		arena	grava
Peso específico	gr/cc	2.54	2.67
Absorción	%	0.4	0.54
Peso unitario suelto	kg/m ³	1580	1432.00
Peso unitario compactado	kg/m ³	1685	1559.00
Tamaño máx.	pul		3/4"
Tamaño máx. nominal	pul		1/2"
Módulo de fineza		2	
Contenido de humedad	%	0	0.00
Porcentaje de agregado	%	0.39	0.61

Fuente (Chávez y Pinchi 2015 pág. 129)

Tabla 23. Característica del agregado fino

Ensayo	% que pasa la malla N° 200	Módulo de fineza	Superficie Específica	PUS	% vacíos PUS	PUC	% vacíos PUC	Peso específico	% de absorción
	Valor	Valor		Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
1	18.06	0.87	53.16	14.30		17.420		2.589	1.10
2	18.43	0.88	53.53	14.29		17.400		2.582	1.03
3	18.01	0.86	54.03	14.28		17.440		2.686	1.00
Prom	18.17	0.87	53.57	14.29	48.15	17.42	36.18	2.62	1.04

Fuente: (Pando y Rodriguez-2024)

Tabla 24. Ensayo Resistencia a la compresión concreto a los 7 días

Resistencia a la compresión promedio [kg/cm²]				
N° de Muestra	Días de curado	Relación A/C		
		0.58	0.63	0.68
1	7	263	205	169
2		247	210	167
3		258	202	167
4		250	211	169
Prom	7	255	207	168

Fuente: (Pando y Rodriguez-2024)

Tabla 25. Ensayo Resistencia a la compresión concreto a los 28 días

Resistencia a la compresión promedio [kg/cm²]				
N° de Muestra	Días de curado	Relación A/C		
		0.58	0.63	0.68
1	28	300	249	207
2		302	238	205
3		309	243	208
4		301	250	206
Prom	28	303	245	207

Fuente: (Pando y Rodriguez-2024)

Tabla 26. Composición de 1m³ de concreto fresco corregido por cambio de aire atrapado

m ³ de concreto fresco corregido por cambio de aire atrapado						
Descripción	0.58		0.63		0.68	
	Peso [Kg]	Vol. [m ³]	Peso [Kg]	Vol. [m ³]	Peso [Kg]	Vol. [m ³]
Cemento	525.71	0.18	485.69	0.16	451.41	0.150
Agre. Fino	1275.26	0.48	1316.69	0.50	1352.28	0.510
Agua	304.91	0.31	306.00	0.31	306.94	0.307
Aire atrapado	0.01	0.04	0.00	0.04	0.00	0.033
Total	2105.89	1.00	2108.38	1.00	2110.63	1.000

Fuente: (Pando y Rodriguez-2024)

Tabla 27. Caracterización del agregado fino (arena fina)

Ensayo	% que pasa la malla N° 200	Módulo de fineza	Superficie Específica	PUS	% Vacíos PUS	PUC	% Vacíos PUC	Peso específico	% de absorción
	Valor	Valor		Valor	Valor	Valor	Valor	Valor	Valor
1	10.63	1.23	64.43	1419		1667		2.625	0.53
2	9.92	1.17	62.41	1423		1665		2.614	0.58
3	10.35	1.14	61.60	1433		1672		2.727	0.50
Prom .	10.30	1.18	62.81	1425	47.69	1668	38.52	2.66	0.54

Fuente: (Flores y Toribio - 2024)

Tabla 28. Características del concreto en estado fresco

Descripción	Relación Agua/Cemento (A/C)		
	0.58	0.63	0.68
Peso unitario	2076	2048	2008
Contenido de aire %	3.6	5.8	7.79
Asentamiento (pul)	7 5/8"	4½"	5½"
Temperatura	31.20°C	30.90°C	31.0°C

Fuente: (Flores y Toribio -2024)

Tabla 29. Ensayo Resistencia a la compresión concreto a los 7 días

N° de Muestra	Días de curado	Resistencia a la compresión promedio [kg/cm²]		
		Relación A/C		
		0.58	0.63	0.68
1	7	262	241	195
2		258	239	191
3		258	238	189
4		264	238	192
5		263	244	192
6		266	237	190
7		266	245	192
Prom	7	262	240	192

Fuente: (Flores y Toribio -2024)

Tabla 30. Ensayo Resistencia a la compresión concreto a los 28 días

Resistencia a la compresión promedio [kg/cm²]	
---	--

N° de Muestra	Días de curado	Relación A/C		
		0.58	0.63	0.68
1		353	316	258
42		348	330	255
3		351	324	256
4	28	347	318	249
5		348	318	260
6		352	315	257
7		353	320	258
Prom	28	350	318	256

Fuente: (Flores y Toribio -2024)

Tabla 31. Composición de 1m³ de concreto fresco corregido por aire atrapado

Descripción	m ³ de concreto fresco corregido por aire atrapado real					
	0.58		0.63		0.68	
	Peso [Kg]	Vol. [m ³]	Peso [Kg]	Vol. [m ³]	Peso [Kg]	Vol. [m ³]
Cemento	561.66	0.190	480.77	0.163	428.52	0.145
Agre. fino	1188.64	0.448	1263.87	0.476	1288.35	0.485
Agua	325.75	0.326	302.86	0.303	291.38	0.291
Aire atrapado	0.00	0.036	0.00	0.058	0.00	0.079
Total	2076.05	1.00	2047.50	1.00	2008.25	1.000

Fuente: (Flores y Toribio -2024)

Capítulo V: Discusión conclusiones y recomendaciones

5.1. Discusión

De acuerdo con el resultado de la investigación se demostró la influencia de los agregados en las propiedades del concreto hidráulico para pavimentos: resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, módulo de rotura. Sin embargo, se menciona que el agregado fino en la ciudad de Iquitos tiene un **módulo de finesa de 1.46** (considerada marginal según la NTP 400.011) y absorción muy alta de 3.11%. La característica del agregado grueso proveniente de Yurimaguas, mostro un módulo de fineza de 6.65 una absorción de 0.69% considerada baja, siendo recomendable para su uso en el concreto. De la integración de estos agregados con el cemento APU Tipo GU, se diseñaron tres tipos de relación agua cemento A/C, de 0.58, 0.63, 0.68 para alcanzar una resistencia de diseño de 210 y 280kg/cm².

Para la relación **A/C = 0.58** se alcanzó una resistencia a la compresión de **237 kg/cm² (7 días)** y **309 kg/cm² (28 días)**, superando la resistencia objetivo. Para la **A/C = 0.63** se obtuvo **198 kg/cm² (7 días)** y **250 kg/cm² (28 días)**, también superando el valor requerido y para **A/C = 0.68** llegó solo a **160 kg/cm² (7 días)** y **201 kg/cm² (28 días)**, sin alcanzar la resistencia prevista.

Para el **módulo elástico** se muestran valores consistentes con la resistencia a la compresión, para A/C 0.58 es de **229, 152 kg/cm²**. Para la A/C 0.63 es de **242,530 kg/cm²**, para A/C 0.68 es de **268,327 kg/cm²**.

Finalmente, en el análisis del **módulo de Poisson**, se identificó que el valor para **A/C = 0.58** fue **0.314**, el cual excede los rangos típicos de **0.15 a 0.20** para concretos de peso normal.

Nuestra investigación difiere con **(Chávez y Pinchi)** del diseño de Mezclas según calidad de concreto con diferentes tipos de materiales, la dosificación proporcionada por el cemento fue de 7.81 y 8.7m³, es respectivamente estable correspondiente a F'c=210kg/cm², el agregado fino esta entre 0.2551 y 0.3648m³, el agregado grueso aumenta a medida que el agregado fino baja, por lo que se tiene 0.3496 a 0.4853, el agua

que esta entre 0.0971 y 0.1391m³ disminuye a medida que la proporción del cemento aumenta.

Del diseño de Mezclas según calidad de concreto con diferentes tipos de materiales la dosificación proporcionada por el cemento fue de 9.64 a 10.94 m³, es respectivamente estable correspondiente a $F'c=280\text{kg/cm}^2$, el agregado fino esta entre 0.2570 y 0.2779m³, el agregado grueso aumenta a medida que el agregado fino baja, por lo que se tiene 0.4053 a 0.4515, el agua que esta entre 0.0969 y 0.1404m³ disminuye a medida que la proporción del cemento aumenta.

Del Análisis granulométrico de combinación de agregados para tamaño máximo nominal $\frac{3}{4}$ " procedimiento sugerido por AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, la mezcla de los agregados gruesos entre los tamices de $\frac{3}{4}$ " con un % de 34.72 y de $\frac{3}{8}$ " con un % de 8.68%, nos indica que tenemos una granulometría balanceada, con la combinación de 91.32% cumple para ser empleado para el concreto estructural, que favorece para buena trabajabilidad y una escasa segregación.

De la Característica Física de los agregados se tiene que el peso específico de 2.54 a 2.67 es de densidad recomendada, de la se tiene un porcentaje de (%) absorción entre 0.4 a 0.54 que es muy eficiente para la durabilidad, del Peso unitario suelto con 1580 kg/m³ a 1432 kg/m³, se presenta una arena compactada con eficiencia, del peso unitario compactado es de 1685 a 1559.00, la cual muestra mayor compactación, del tamaño máx. de $\frac{3}{4}$ " a $\frac{1}{2}$ " favorable para concreto estructurales, el módulo de fineza de 2 considerado. Cuando el módulo de finura es menor a 2.2, considerado arena fina (Uribe 1991). El porcentaje % de agregado en 0.39 a 0.61, para la proporción de mezcla.

Todas estas combinaciones de agregados de mezcla de arena y gravas nos proporcionan una buena resistencia y durabilidad de concreto según a las $F'c$ 210kg/cm² y $F'c$ 280kg/cm².

El año 2025: Pando Sinti, J., & Rodríguez Peña, S. tuvieron como objetivo evaluar cómo influye la macrofibras sintéticas Sika Fiber Force –

48 en la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto cemento arena en las relaciones A/C de 0.58, 0.63 y 0.68. Para una resistencia a la compresión del concreto patrón comprendida entre 207 kg/cm² y 303 kg/cm². La resistencia a la compresión se evaluó a los 7 y 28 días y el módulo de ruptura solo a los 28 días de curado. Como resultados se determinó que: Para la resistencia a compresión el mayor valor se obtuvo con la relación A/C = 0.58 cuyo valor de 303 kg/cm² alcanzó hasta 315 kg/cm², el uso de la dosificación de 2 kg/m³ de fibra; frente de la relación A/C= 0.63 al incrementar el valor de 245kg/cm² a 275 Kg/cm², con la dosificación 2kg/m³ de fibra.

El mayor valor del módulo de ruptura alcanzado de 34kg/cm², también se obtuvo para la relación A/C = 0.58, y subió a 39 kg/cm² para la dosificación de 3 kg/m³ de fibra. Se observó que para dosificaciones de fibra superiores a 2 kg/m³ los valores de resistencia a la compresión disminuyeron, pero los del módulo de ruptura subieron conforme se incrementaba la dosis, tanto para las relaciones A/C =0.58 y 0.63; pero, con la 0.68 para las dosificaciones de 2, 3 y 4 kg/m³ de fibra estos valores se incrementaron en 2kg/cm². En esta investigación se demuestra que el uso de la macrofibras sintéticas Sika Fiber Force – 48, mejoran el comportamiento mecánico del concreto cemento – arena. (Pando Sinti, J., & Rodríguez Peña, S., 2024).

Por su parte Flores & Toribio (2024), al determinar la influencia de la adición de macrofibra sintética Sika Fiber Force – 48 en el módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado solamente con agregado fino, elaboraron concreto patrón con relación a/c = 0.58, 0.63 y 0.68; y, los especímenes del grupo experimental fueron elaborados con la misma relación agua/cemento y tres dosificaciones de la mencionada fibra (7.5, 8.5 y 10 kg/m³). Estos investigadores obtuvieron los mejores resultados con la adición de 10kg de fibra por m³ de mezcla de concreto, para las tres relaciones A/C de 0.58, 0.63, 0.68; sin embargo, el módulo de ruptura más alto encontrado fue de 69 kg/cm², correspondiente a la relación A/C

= 0.58, habiendo variado de 51 kg/cm² del concreto patrón; sin embargo, la resistencia a la compresión para todas las relaciones A/C experimentales fueron inferiores a las del concreto patrón disminuyendo hasta en 20%.

5.2. Conclusiones

La granulometría de los agregados pétreos influye en la resistencia la compresión y el módulo de ruptura del concreto convencional, $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c= 280$ kg/cm²., debido a la presencia de agregado grueso, en comparación con el concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico presento menores valores de resistencia.

El tamaño máximo nominal del agregado influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm², esto de acuerdo a agregado grueso se encuentra bien gradado, siendo coherente con el tamaño nominal de $\frac{3}{4}$ "

El tamaño máximo nominal del agregado pétreo si influye en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm².

La influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo si influye en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm².

El módulo de fineza del agregado pétreo si influye en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'_c=210$ kg/cm² y $f'_c=280$ kg/cm².

El módulo de fineza del agregado pétreo si influye en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

El módulo de fineza del agregado pétreo si influye en el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto "cemento-arena" para pavimentos de concreto hidráulico $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

5.3. Recomendaciones

Se recomienda emplear esta investigación para proyectos a futuro de diseño de **pavimentos de concreto convencional**, $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, que se desarrollen dentro del área estudiada.

Proseguir con esta línea de investigación, evaluando la influencia de aditivos y otras características de los agregados finos marginales, como la forma, textura, densidad en las propiedades físicas y mecánicas del concreto hidráulico para pavimentos.

Seguir la línea de investigación para la optimización del diseño de mezcla que considere el agregado fino marginal con aditivos, como plastificante y reductores de agua, para mejorar la trabajabilidad y alcanzar las propiedades deseadas de manera eficiente y económica.

Seguir investigando la durabilidad a largo plazo de concretos cemento-arena, diseñados con el agregado fino marginal ya que se tiene un módulo de fineza de **1.46**, para las condiciones de clima tropical en Iquitos, prestando la atención a la retracción por secado y la resistencia al desgaste.

Referencias

- ARI, I. Estudio de las propiedades del concreto fresco y endurecido, de mediana a alta resistencia, con aditivo superplastificante y retardador de fraguado, con cemento Portland Tipo I. Lima: UNI. 2002.
- ASTM C 702. Ensayos y trabajos de investigación. In: 2015.
- ASTM C150. Especificación Normalizada para Cemento Portland| Designación C 150 07. 2007.
- ASTM C33-03. Especificación Normalizada de Agregados para Concreto. In : Online. 2015. [Accessed 3 July 2021]. Available from: <https://www.astm.org/DATABASE.CART/HISTORICAL/C33-03-SP.htm>
- Baquerizo, L. G., Matschei, T., Scrivener, K. L., Saeidpour, M., & Wadsö, L. (2015). Hydration states of AFm cement phases. *Cement and Concrete Research*, 73, 143-157 Vol. 65, p. 85–95. DOI 10.1016/j.cemconres.2014.07.009.
- Chilón Quispe, S N. 2018. Influencia de la fibra (Sika R Fiber Force PP-48) en el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante con $f'_c=280$ kg/cm². Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca. Facultad de Ingeniería. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil. 2018.
- Darwin, D., Dolan, CW, y Nilson, AH (2016). *Diseño de estructuras de hormigón* (Vol. 2). Nueva York, NY, EE. UU.: McGraw-Hill Educación.
- de Guzmán, D. S. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana, 2001. ISBN 978-958-9247-04-4.
- Estupiñan, D. F. J., & Caballero, J. J. G. (2020). Importancia del concreto en el campo de la construcción. *Formación Estratégica*, 2(1), 1-13
- Figueroa-Moran, O. D., Mesa-Erazo, D. E., Pareja-Peña, J. S., & Valencia-Enriquez, D. (2024). Influencia de la distribución de fibras sobre la resistencia a flexión del concreto autocompactante. *Revista Politécnica*, 20(39), 48-65.
- Flores Vela, P., & Toribio Torres, I. G. (2024). Influencia de la macrofibra sintética sika fiber force 48 en el módulo de ruptura del concreto cemento-arena, elaborado solamente con agregado fino, Iquitos–2023.

- Goma, F. (1979). *El cemento portland y otros aglomerantes*. Reverte.
- Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Universidad nacional de Colombia. ISBN 978-958-9322-82-6.
- Harmsen, T. E. (2005). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Fondo editorial PUCP.
- Jiménez, P., García, A. & Morán, F. *Hormigón armado*. Barcelona: Gustavo Gili. 2000.
- Kjellsen, KO, y Justnes, H. (2004). Revisión de la microestructura del silicato tricálcico hidratado: una comparación con el cemento Portland. *Compuestos de cemento y hormigón* , 26 (8), 947-956.
- Kosmatka, S. H., Panarese, W. C., & Bringas, M. S. (1992). *Diseño y control de mezclas de concreto*. Mexico City, Mexico: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1992. p. 157–166.
- López Patinio, H A. Evaluación del aporte de fibras sintéticas en el módulo de rotura del concreto. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Escuela de Posgrados. Grupo de Investigación y Desarrollo de Infraestructura Vial - GRIN FRAVIAL TUNJA. 2019
- López Pérez, K H. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto incorporando el aditivo CHEMA plast para pavimento rígido en Villa el Salvador, Lima, 2019. . 2020. Q.
- Mármol Salazar, P C.(2010) Hormigones con fibras de acero características mecánicas. Trabajo de Fin de Máster. Máster en Ingeniería de estructuras, Cimentaciones y materiales. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ingeniería Civil: Construcción. Madrid, 2010.
- MartínezJiménez, J. López Ríos, J., Portella Montardo, Julio y Ruiz Sibaja A. "La influencia de las fibras sintéticas en las propiedades de hormigones frescos". En. *Revista ingeniería de construcción*. Abril, 2005. Vol. 20, no 1, p. 159 - 160.
- MCCORMAC, Jack C. and BROWN, Russell. *Diseño de concreto reforzado*. . Alfaomega Grupo Editor, 2011.

- Mehta, PK (1986). Hormigón. Estructura, propiedades y materiales.
- Mendoza, A., Molina, E. Y., & Moya, V. M. (2014). Determinación de la correlación entre el módulo de elasticidad y el módulo de ruptura para pavimentos de concreto hidráulico con materiales en condiciones locales. *San Salvador*. Neville, Adam M. and BROOKS, Jeffrey John. Concrete technology. . Longman Scientific & Technical England, 1987.
- Nilson, AH y Darwin, D. (1999). *Diseño de estructuras de concreto* (págs. 105-121). Colombia: McGraw-Hill.
- NORMA E. 060. CONCRETO ARMADO. 2009. NORMA TÉCNICA EDIFICACIÓN.
- NTP 400.010. GREGADOS. Extracción y preparación de las muestras. In : NORMA TÉCNICA PERUANA. 2016.
- NTP 400.037. Agregados de Concreto. In: NORMA TÉCNICA PERUANA. Online. 2018. [Accessed 3 July 2021]. Available from: <https://es.scribd.com/doc/315424056/NTP-400-037-2002-AGREGADOS-DE-CONCRETO>
- Pando Sinti, J., & Rodríguez Peña, S. (2025). Influencia de la macrofibra sintética sika fiber force 48 en la resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto cemento-arena elaborado con agregado fino marginal, Iquitos–2024.
- Raby Sandoval, AM (2016). Caracterización de hormigón autocompactante reforzado con fibras sintéticas para uso estructural.
- Rivva López, E. (2004). Supervisión del concreto en obra. Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia. Perú.
- Rivva López, E. (2007). Diseño de mezclas. Lima. Perú. 2007.
- Samaniego Orellana, LJM (2018). Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto.
- Sanjuán Barbudo, M. Á., & Chinchón Yepes, S. (2014). Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland. Universidad

Anexos

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título: “Influencia de los agregados en la resistencia a la compresión, módulo elástico y módulo de rotura para pavimentos de concreto hidráulico de 210 kg/cm ² y 280 kg/cm ² , Iquitos – 2024”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Metodología
Problema General:	Objetivo General:	H:	Variable independiente:	f'c ≤ 245 kg/cm²		El presente proyecto de investigación es de tipo cuantitativa.
¿Cómo influye la granulometría de los agregados pétreos, influye en la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c= 280 kg/cm ² ?	Determinar la influencia de la granulometría de los agregados pétreos, en la resistencia a la compresión y el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c= 280 kg/cm ² .	La granulometría de los agregados pétreos influye en la resistencia a la compresión, módulo de elasticidad y el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico f'c= 210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .	X: agregados pétreos			Nivel: Descriptivo y explicativo.
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis específicas:	Variable dependiente:	A/C:		Diseño Cuasiexperimen-tal
1. ¿Cómo es la influencia del tamaño máximo nominal del agregado en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² ?	1. Determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .	1. Hipótesis (H11): El tamaño máximo nominal del agregado pétreo influye en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico f'c= 210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .	Y: Resistencia a la compresión, módulo elástico y Módulo de ruptura del concreto convencional y “cemento-arena”, elaborado con agregado fino	0.58 0.63 0.68		Diseño:

Título: “Influencia de los agregados en la resistencia a la compresión, módulo elástico y módulo de rotura para pavimentos de concreto hidráulico de 210 kg/cm ² y 280 kg/cm ² , Iquitos – 2024”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Metodología
2. ¿Cómo es la influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm²? 3. ¿Cómo es la influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm²?	2. Determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm². 3. Determinar la influencia del tamaño máximo nominal del agregado pétreo en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm².	2.Hipótesis (H12): El tamaño máximo nominal del agregado pétreo influye en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'c= 210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm². 3.Hipótesis (H13): El tamaño máximo nominal del agregado pétreo influye en el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico $f'c= 210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm².	marginal de módulo de fineza menor de 1.5.		$f'c \leq 245$ kg/cm²	Trabajo de Gabinete

Título: “Influencia de los agregados en la resistencia a la compresión, módulo elástico y módulo de rotura para pavimentos de concreto hidráulico de 210 kg/cm ² y 280 kg/cm ² , Iquitos – 2024”						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Metodología
4. ¿Cómo es la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² ?	4. Determinar la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .	4.Hipótesis (H14): El módulo de fineza del agregado pétreo influye en la resistencia a la compresión del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico f'c= 210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .		f'c E MR	MR ≤ 80 kg/cm ²	
5. ¿Cómo es la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² ?	5. Determinar la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en el módulo de elasticidad del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .	5.Hipótesis (H15): El módulo de fineza del agregado pétreo influye en el módulo elástico del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico f'c= 210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .				Trabajo de Campo.
6. ¿Cómo es la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² ?	6. Determinar la influencia del módulo de fineza del agregado pétreo en el módulo de rotura del concreto convencional y concreto cemento-arena para pavimentos de concreto hidráulico f'c=210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .	6.Hipótesis (H16): El módulo de fineza del agregado pétreo influye en el módulo de ruptura del concreto convencional y concreto “cemento-arena” para pavimentos de concreto hidráulico f'c= 210 kg/cm ² y f'c=280 kg/cm ² .				Trabajo de Gabinete.

Anexo 2 Resultado de Laboratorio

Caracterización del agregado fino

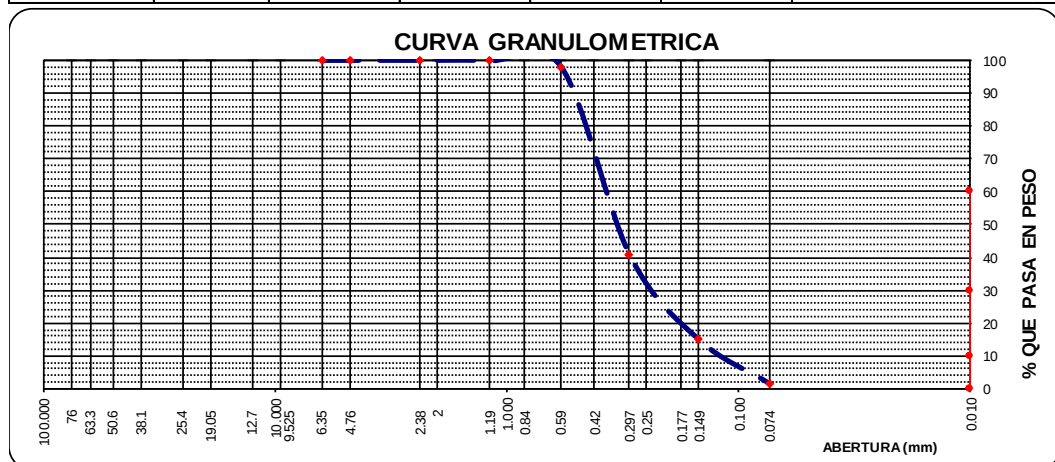
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² . IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP
	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ANÁLISIS 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		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 307.16 Muestra Lavada : 301.85 MF : 1.46 Superficie específica: 56.76
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760					
N°08	2.380				100.00	
N°16	1.190	0.36	0.12	0.12	99.88	
N°30	0.590	5.48	1.78	1.90	98.10	
N°50	0.297	176.49	57.46	59.36	40.64	
N°100	0.149	78.76	25.64	85.00	15.00	
N°200	0.074	40.76	13.27	98.27	1.73	
Pasa N°200		5.31	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 partículas 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 1.46.

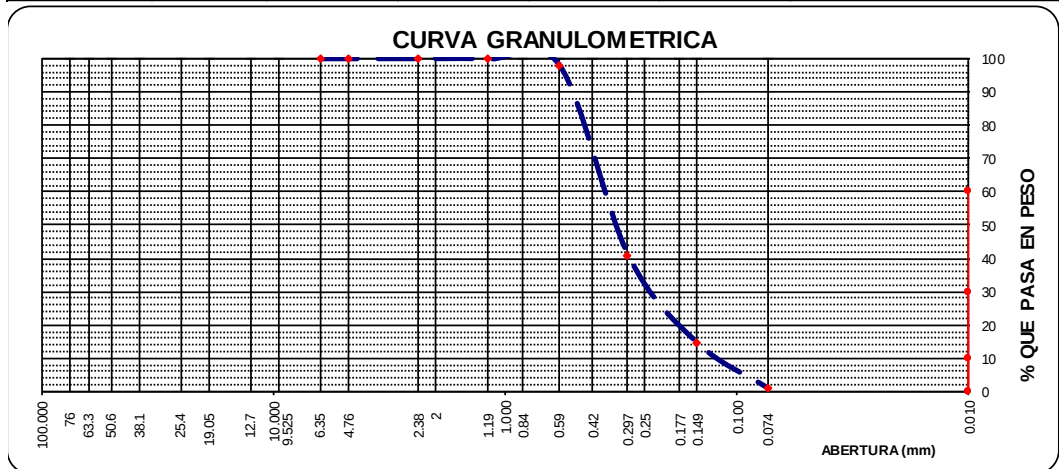
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² . IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ANÁLISIS 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		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 305.31 Muestra Lavada : 301.99
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760					
N°08	2.380				100.00	MF : 1.46 Superficie específica: 57.32
N°16	1.190	0.35	0.11	0.11	99.89	
N°30	0.590	5.40	1.77	1.88	98.12	
N°50	0.297	174.56	57.17	59.06	40.94	
N°100	0.149	80.36	26.32	85.38	14.62	
N°200	0.074	41.32	13.53	98.91	1.09	
Pasa N°200		3.32	1.09			



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 partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.09 %.
 El módulo de fineza del agregado es 1.46.

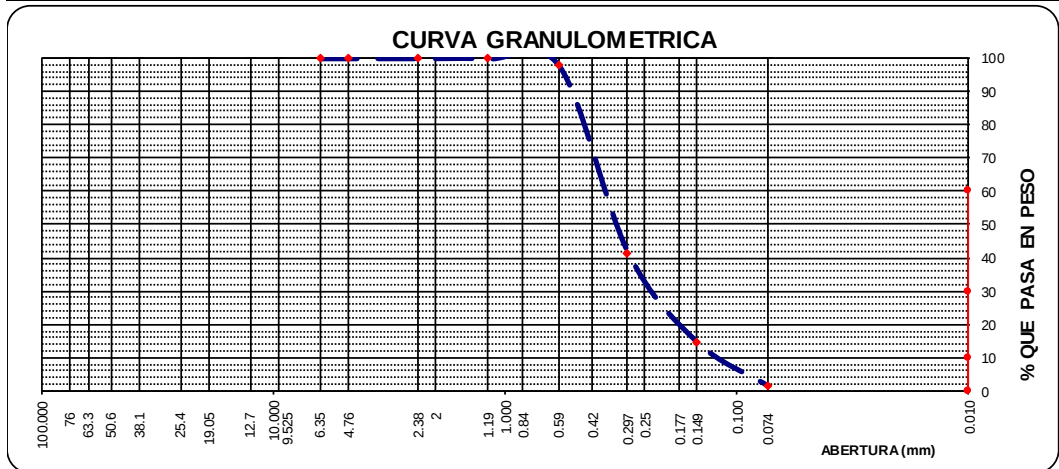
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² . IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ANÁLISIS 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		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-3 (0)
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400					
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 302.52 Muestra Lavada: 298.19
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					MF : 1.46 Superficie específica: 57.64
N°04	4.760					
N°08	2.380				100.00	
N°16	1.190	0.25	0.08	0.08	99.92	
N°30	0.590	6.32	2.09	2.17	97.83	
N°50	0.297	170.36	56.31	58.49	41.51	
N°100	0.149	81.62	26.98	85.47	14.53	
N°200	0.074	39.64	13.10	98.57	1.43	
Pasa N°200		4.33	1.43			



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 partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.43 %.
 El módulo de fineza del agregado es 1.46.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² . IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. 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.)	7194	7221	7263
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4276	4303	4345
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.513	1.522	1.537
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,524		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	43.12%		

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 1524 Kg/m³.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² . IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. 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

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7834	7844	7851
PESO DE MOLDE (gr.)	2918	2918	2918
PESO DE MUESTRA	4916	4926	4933
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.739	1.742	1.745
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1,742		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	34.86%		

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 1742 Kg/m³.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. 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)	361.31	269.48	290.76	
B	Peso Frasco + H ₂ O	707.46	676.32	721.23	
C	Peso Frasco + H ₂ O + A = (A+B)	1068.77	945.80	1011.99	
D	Peso de Mat. + H ₂ O en el Frasco	935.85	844.25	899.73	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	132.92	101.55	112.26	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	360.03	268.57	290.01	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	131.64	100.64	111.51	
Peso Específico Bulk (Base Seca) = (F/E)		2.709	2.645	2.583	2.646
Peso Específico Bulk (Base Saturada) = (A/E)		2.718	2.654	2.590	2.654
Peso Específico Aparente (Base Seca) = (F/G)		2.735	2.669	2.601	2.668
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.36	0.34	0.26	0.32

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 2.646 gr/cc.
 El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.32%.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. 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)	363.25	350.21	369.18
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	354.62	342.29	359.29
PESO DE TARA (gr)	76.35	80.20	77.52
% QUE PASA LA MALLA N°200	3.01	2.93	3.39
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	3.11		

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 3.11 %.

Caracterización del agregado grueso

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² . IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP

Realizado por:
 Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel.
 Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey.
Aseor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

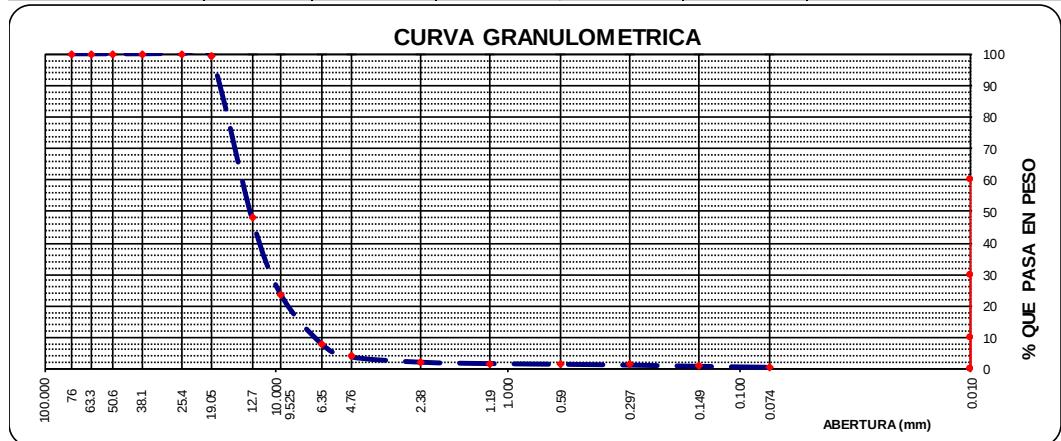
DATOS DE CAMPO

Cantera : Yurimaguas
 Ubicación : Ciudad de Yurimaguas.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		%Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					
2"	50.600					
1 1/2"	38.100					
1"	25.400				100.00	
3/4"	19.050	44.24	0.79	0.79	99.21	
1/2"	12.700	2846.00	51.11	51.91	48.09	
3/8"	9.525	1354.54	24.33	76.24	23.76	
1/4"	6.350	874.40	15.70	91.94	8.06	
N°04	4.760	230.30	4.14	96.08	3.92	
N°08	2.380	94.54	1.70	97.77	2.23	
N°16	1.190	24.87	0.45	98.22	1.78	
N°30	0.590	12.00	0.22	98.44	1.56	
N°50	0.297	14.55	0.26	98.70	1.30	
N°100	0.149	21.52	0.39	99.08	0.92	
N°200	0.074	16.78	0.30	99.38	0.62	
Pasa N°200		34.26	0.62			

Peso de Muestra en Gr.
 Muestra Seca : **5568.00**
 Muestra Lavada: **5533.74**

MF : 6.65
TMN : 3/4"



- ESPECIFICACIONES :** El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado grueso se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumple con los requisitos de la Norma ASTM E 11.
- OBSERVACIONES :** El material empleado en este ensayo, corresponde a piedra chancada de color Gris, trasladada al laboratorio por los bachilleres.
- RESULTADOS :** El módulo de fineza del agregado grueso es 6.65.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO ASTM C - 29

DATOS DE CAMPO

Cantera : Yurimaguas
Ubicación : Ciudad de Yurimaguas.

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	36254	36264	36171
PESO DE MOLDE (gr.)	15639	15639	15639
PESO DE MUESTRA	20615	20625	20532
VOLUMEN DE MOLDE	14041	14041	14041
PESO UNITARIO	1.468	1.469	1.462
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,466		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	44.70		

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

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

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado grueso es 1466 Kg/m. Los vacíos en el agregado es igual a 44.7 % del volumen.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO ASTM C - 29

DATOS DE CAMPO

Cantera : Yurimaguas
 Ubicación : Ciudad de Yurimaguas.

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	37054	37178	37502
PESO DE MOLDE (gr.)	15639	15639	15639
PESO DE MUESTRA	21415	21539	21863
VOLUMEN DE MOLDE	14041	14041	14041
PESO UNITARIO	1.525	1.534	1.557
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m³)	1,539		
VACÍOS EN EL AGREGADO (%)	41.95		

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

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

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado grueso es 1539 Kg/m³.
 Los vacíos en el agregado es igual a 41.95 % del volumen.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² . IQUITOS -2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

Realizado
 Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel.
 Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey.
Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO ASTM C - 127

DATOS DE CAMPO

Cantera : Yurimaguas
 Ubicación : Ciudad de Yurimaguas.

Agregado Grueso

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco+malla (en aire)	1359.95	1459.65	1436.03	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seco+malla (en agua)	862.66	924.78	902.94	
C	Peso de malla (en aire)	88.51	90.02	70.96	
D	Peso de malla (en agua)	76.49	77.21	58.47	
E	Peso de Mat. Seco en Estufa + malla (aire)	1351.36	1449.90	1427.08	
F	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire) = (A-C)	1271.44	1369.63	1365.07	
G	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en agua)=(B-D)	786.17	847.57	844.47	
H	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (E-F)	485.27	522.06	520.60	
I	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C) = E-C	1262.85	1359.88	1356.12	
J	Vol. Masa = (H-(F-I))	476.68	512.31	511.65	
Peso Específico de Masa (Base Seca)= (I/H)		2.602	2.605	2.605	2.604
Peso Específico de Masa (S.S.S)= (F/H)		2.620	2.624	2.622	2.622
Peso Específico Aparente= (I/J)		2.649	2.654	2.650	2.651
% de Absorción = ((F-I)/I)*100		0.68	0.72	0.66	0.69

ESPECIFICACIONES : El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado grueso se desarrolló según las Normas ASTM C 127 y N.T.P. 400.021.

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

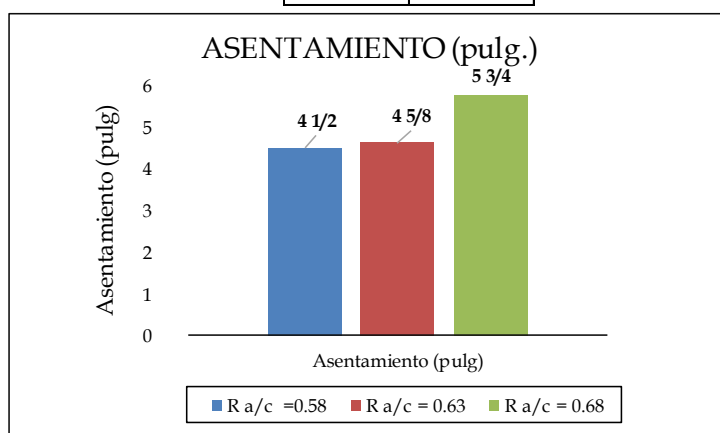
RESULTADOS : Peso Específico del agregado grueso es 2.604 gr/cc.
 Porcentaje de Absorción del agregado grueso es 0.69%.

Resumen de Gráficos y Tablas

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

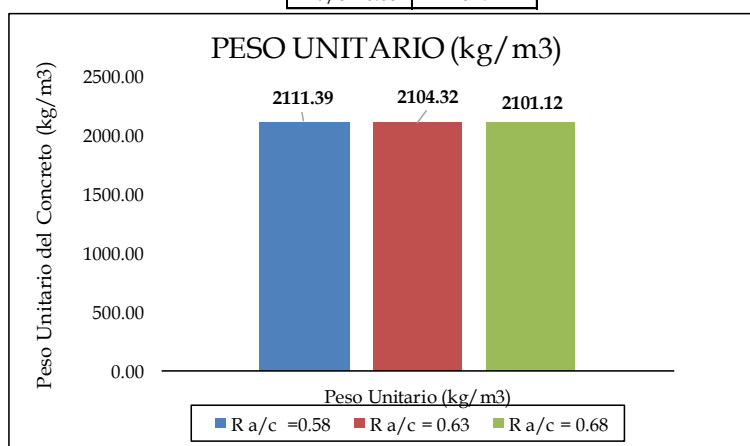
ENSAYO DE ASENTAMIENTO NORMA ASTM C - 143

ASENTAMIENTO (pulg.)	
Relación agua/cemento	Asentamiento (pulg.)
R a/c = 0.58	4 1/2
R a/c = 0.63	4 5/8
R a/c = 0.68	5 3/4



ENSAYO DE PESO UNITARIO NORMA ASTM C - 138

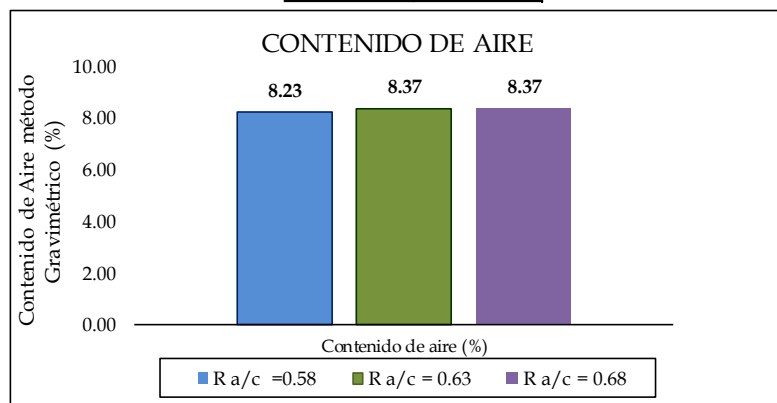
PESO UNITARIO (kg/m ³)	
Relación agua/cemento	Peso Unitario (kg/m ³)
R a/c = 0.58	2111.39
R a/c = 0.63	2104.32
R a/c = 0.68	2101.12



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

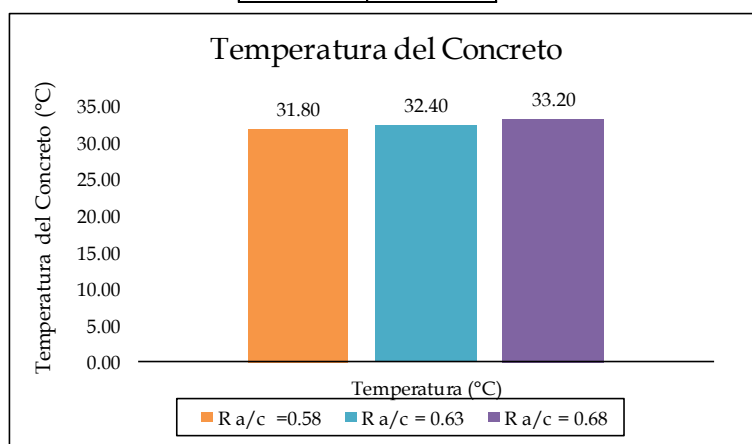
ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE MÉTODO GRAVIMÉTRICO ASTM C - 138

CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) (%)	
Relación agua/cemento	Contenido de aire (%)
R a/c = 0.58	8.23
R a/c = 0.63	8.37
R a/c = 0.68	8.37



ENSAYO DE TEMPERATURA DEL CONCRETO NORMA ASTM C - 1064

TEMPERATURA DEL CONCRETO (°C)	
Relación agua/cemento	Temperatura (°C)
R a/c = 0.58	31.80
R a/c = 0.63	32.40
R a/c = 0.68	33.20



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, MODULO ELASTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aseor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

<u>DATO DE CAMPO</u>	<u>AGREGADO FINO</u>	<u>AGREGADO GRUESO</u>
Cantera :	San Gerardo	Yurimaguas
Ubicación :	Carretera Iquitos a Nauta km 18+000	Ciudad de Yurimaguas

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo :	APU Tipo GU
Peso Específico :	3.03 gr/cc
Peso Unitario :	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

	AGREGADO FINO	PIEDRA CHANCADA
Peso Específico :	2.646 gr/cc	2.604 gr/cc
Porcentaje de Absorción :	0.32 %	0.69 %
Peso Unitario Suelto :	1,524 Kg/m ³	1,466 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado :	1,742 Kg/m ³	1,539 Kg/m ³
Modulo de Fineza :	1.46	6.65
Tamaño Máximo Nominal :	---	3/4"
Humedad para Diseño :	5.12 %	1.05 %

B. CARACTERÍSTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua :	235	Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.58	
Factor Cemento :	C=A/Rac	235.00 / 0.58 = 405.2 = 9.53 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado :	3.50 %	
Combinación de Agregados :	35% A. FINO	65% A. GRUESO

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento :	405.2 / 3030	=	0.134 m ³
Agua :	235.00 / 1000	=	0.235 m ³
Aire Atrapado :	3.50 / 100	=	0.035 m ³
			<u>0.404 m³</u>
Volumen Absoluto de los agregados :	1.000 - 0.403729	=	0.596 m ³
Peso del Agregado Fino :	35% 0.209 x 2646	=	552.2 kg
Peso del Agregado Grueso :	65% 0.388 x 2604	=	1009.2 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento :	405.2 Kg/m ³
Agua :	235.0 Lts/m ³
Agregado Fino :	552.2 Kg/m ³
Agregado Grueso :	1009.2 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino :	552.21 x 1.0512	=	580.48 Kg/m ³
Peso Humedo del A. Grueso :	1009.25 x 1.0105	=	1019.85 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino :	5.12 - 0.32	=	4.80 %
Humedad Superficial A. Grueso :	1.05 - 0.69	=	0.36 %
Aporte de Humedad A. Fino :	552.21 x 0.048	=	26.5059 Lts.
Aporte de Humedad A. Grueso :	1009.25 x 0.0036	=	3.63329 Lts.
			<u>30.14 Lts.</u>

Agua Efectiva de Diseño :	235.00 - 30.14	=	204.86 Lts.
----------------------------------	-----------------------	----------	--------------------

DISEÑO APU Tipo GU_0.58_

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

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

Relación agua/cemento: **0.58**
 Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 405.20 kg	0.13373 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 557.84 kg	0.21204 m ³
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 1015.86 kg	0.38143 m ³
AGUA	: 235.00 kg	0.23500 m ³
TOTAL DE MATERIALES	2213.90 kg	0.962 m³

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2213.90 \text{ kg}}{0.962 \text{ m}^3} = 2300.86 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18292	18288	18296
(B) PESO DE MOLDE (g)	3356	3356	3356
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14936	14932	14940
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.111	2.111	2.112
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.11139		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2111.39		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2213.9 \text{ kg.}}{2111.393333 \text{ kg/m}^3} = 1.048549 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.048549 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1.049$$

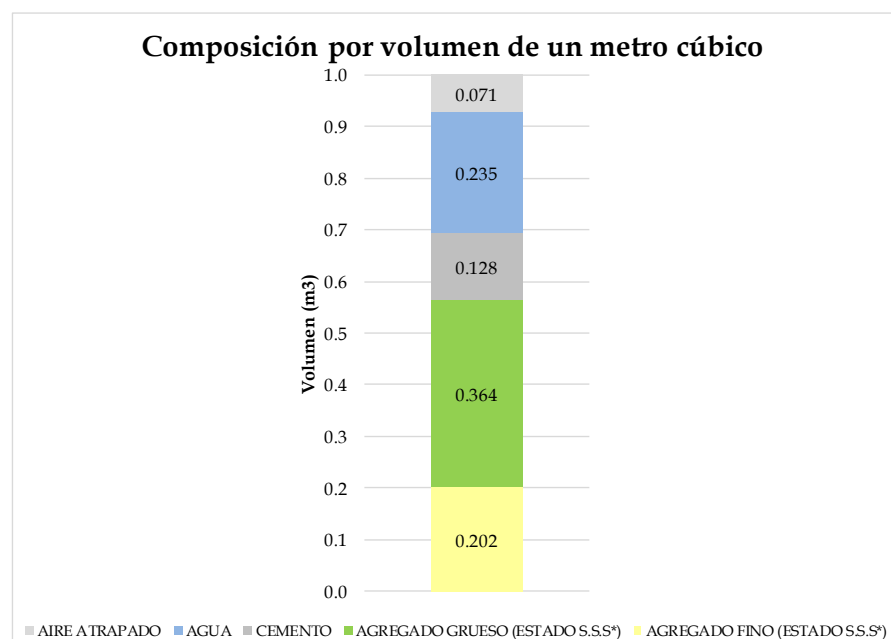
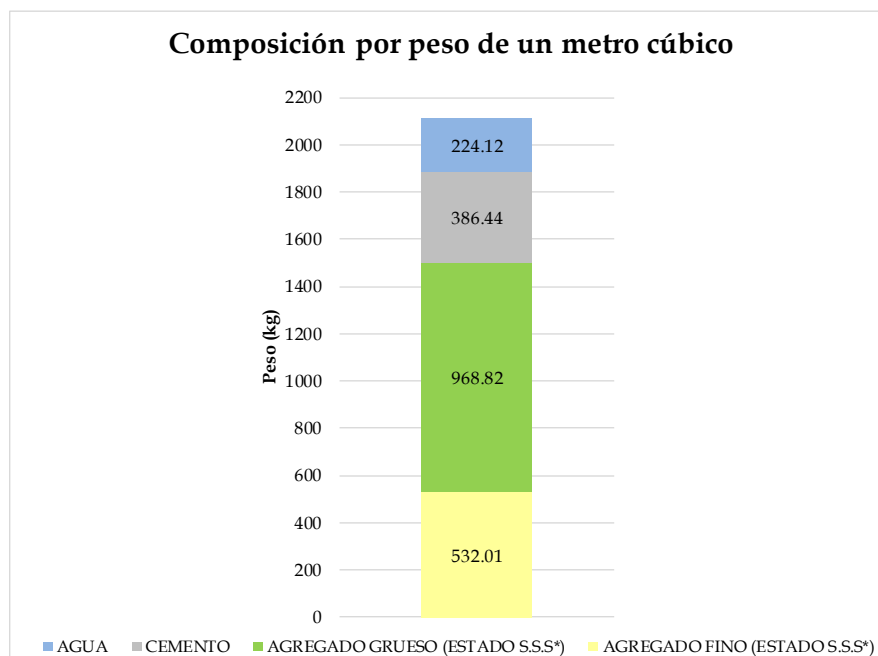
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{405.2 \text{ m}^3}{1.048549 \text{ m}^3} = 386.44 \text{ kg/m}^3 = 9.09 \text{ bolsas/m}^3$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = 8.23 \% \text{ (Método Volumétrico)}$$

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 386.44 kg	0.128 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 532.01 kg	0.202 m ³
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 968.82 kg	0.364 m ³
AGUA	: 224.12 lts.	0.235 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.071
TOTAL	2111.39 kg	1.0000 m³

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.



DISEÑO APU Tipo GU_0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, MODULO ELASTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS, 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

DATO DE CAMPO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Cantera :	San Gerardo	Yurimaguas
Ubicación :	Carretera Iquitos a Nauta km 18+000	Ciudad de Yurimaguas

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo :	APU Tipo GU
Peso Específico :	3.03 gr/cc
Peso Unitario :	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

	AGREGADO FINO	PIEDRA CHANCADA
Peso Específico :	2.646 gr/cc	2.604 gr/cc
Porcentaje de Absorción :	0.32 %	0.69 %
Peso Unitario Suelto :	1,524 Kg/m ³	1,466 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado :	1,742 Kg/m ³	1,539 Kg/m ³
Modulo de Fineza :	1.46	6.65
Tamaño Maximo Nominal :	---	3/4"
Humedad para Diseño :	5.12 %	1.05 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua :	235	Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.63	
Factor Cemento :	$C=A/Rac$	$235.00 / 0.63 = 373 = 8.78$ Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado :	3.50 %	
Combinación de Agregados :	35% A. FINO	65% A. GRUESO

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento :	$373 / 3030$	$= 0.123$ m ³
Agua :	$235.00 / 1000$	$= 0.235$ m ³
Aire Atrapado :	$3.50 / 100$	$= 0.035$ m ³
		<u>0.393</u> m ³
Volumen Absoluto de los agregados :	$1.000 - 0.393102$	$= 0.607$ m ³
Peso del Agregado Fino :	$35\% \quad 0.212 \times 2646$	$= 562.0$ kg
Peso del Agregado Grueso :	$65\% \quad 0.394 \times 2604$	$= 1027.2$ kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento :	373.0 Kg/m ³
Agua :	235.0 Lts/m ³
Agregado Fino :	562.0 Kg/m ³
Agregado Grueso :	1027.2 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino :	562.05×1.0512	$= 590.824$ Kg/m ³
Peso Humedo del A. Grueso :	1027.24×1.0105	$= 1038.02$ Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino :	$5.12 - 0.32$	$= 4.80$ %
Humedad Superficial A. Grueso :	$1.05 - 0.69$	$= 0.36$ %
Aporte de Humedad A. Fino :	562.05×0.048	$= 26.9783$ Lts.
Aporte de Humedad A. Grueso :	1027.24×0.0036	$= 3.69805$ Lts.
		<u>30.68</u> Lts.
Agua Efectiva de Diseño :	$235.00 - 30.68$	$= 204.32$ Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, MODULO ELASTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, IQUITOS - 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	373.0 Kg/m3
Agua	:	204.3 Lts/m3
Agregado Fino	:	590.8 Kg/m3
Agregado Grueso	:	1038.0 Kg/m3

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	373.00 / 373.00	=	1.00
Agregado Fino	:	590.824 / 373.00	=	1.58
Agregado Grueso	:	1038.02 / 373.00	=	2.78
Agua	:	0.55 x 42.50	=	23.38

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C	AF	AG	Agua	Lts/m3
		1	1.58	2.78	23.38	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie3)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1602.03 Kg/m3
Peso Unitario Suelto Humedo A. Grueso	:	1481.39 Kg/m3

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C	AF	AG	Agua	Lts/m3
		1	1.47	2.79	23.38	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	67.2 Kg
Agregado Grueso	:	118.2 Kg
Agua Efectiva	:	23.4 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 blanca y piedra chancada gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

RECOMENDACIONES : Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

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

Relación agua/cemento: **0.63**
 Cemento: **APU Tipo GU**

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 373.00 kg	0.12310 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 567.78 kg	0.21582 m ³
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 1033.96 kg	0.38823 m ³
AGUA	: 235.00 kg	0.23500 m ³
TOTAL DE MATERIALES	2209.74 kg	0.962 m³

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2209.74 \text{ kg}}{0.962 \text{ m}^3} = 2296.66 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18241	18246	18239
(B) PESO DE MOLDE (g)	3356	3356	3356
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14885	14890	14883
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.104	2.105	2.104
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.10432		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2104.32		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2209.74 \text{ kg.}}{2104.323333 \text{ kg/m}^3} = 1.050095 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.050095 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1.050$$

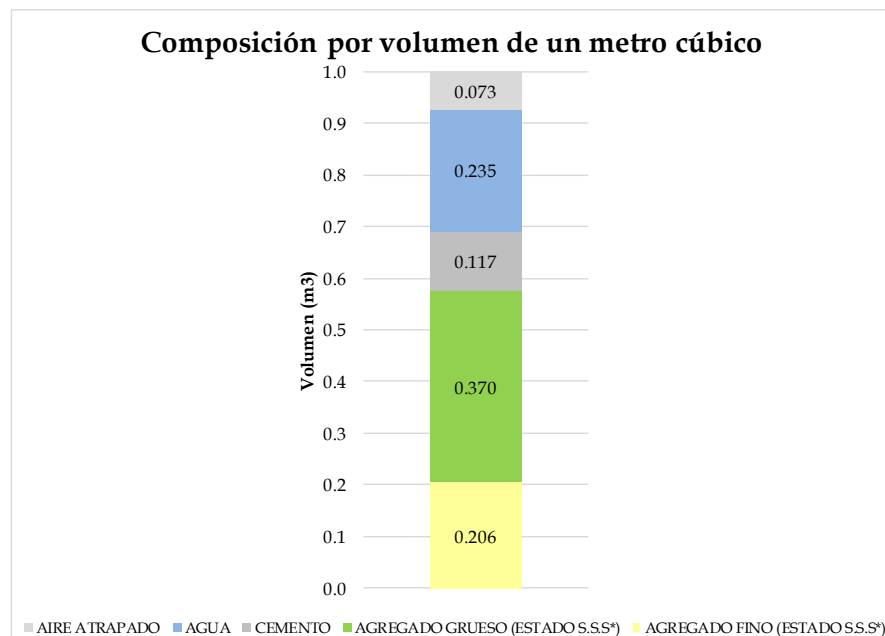
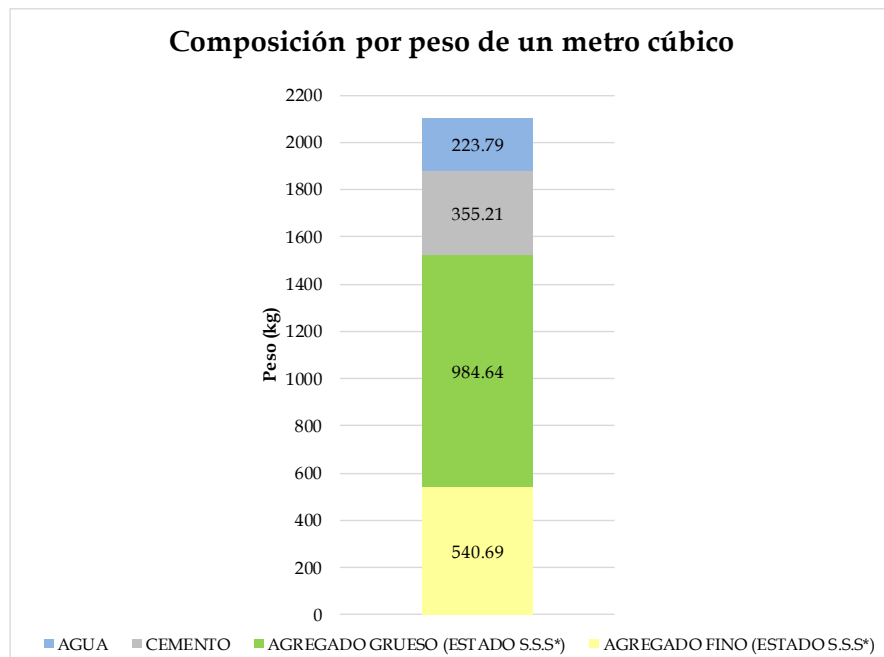
$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{373 \text{ m}^3}{1.050095 \text{ m}^3} = 355.21 \text{ kg/m}^3 = 8.36 \text{ bolsas/m}^3$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = 8.37\% \text{ (Método Volumétrico)}$$

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 355.21 kg	0.117 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 540.69 kg	0.206 m ³
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 984.64 kg	0.370 m ³
AGUA	: 223.79 lts.	0.235 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.073
TOTAL	2104.33 kg	1.0000 m³

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aseor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

DATO DE CAMPO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Cantera :	San Gerardo	Yurimaguas
Ubicación :	Carretera Iquitos a Nauta km 18+000	Ciudad de Yurimaguas

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo :	APU Tipo GU
Peso Específico :	3.03 gr/cc
Peso Unitario :	1500 kg/m ³

2. AGREGADOS

	AGREGADO FINO	PIEDRA CHANCADA
Peso Específico :	2.646 gr/cc	2.604 gr/cc
Porcentaje de Absorción :	0.32 %	0.69 %
Peso Unitario Suelto :	1,524 Kg/m ³	1,466 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado :	1,742 Kg/m ³	1,539 Kg/m ³
Modulo de Fineza :	1.46	6.65
Tamaño Maximo Nominal :	---	3/4"
Humedad para Diseño :	5.12 %	1.05 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Estimación de Agua :	235	Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.68	
Factor Cemento :	$C = A/Rac$	235.00 / 0.68 = 345.6 = 8.13 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado :	3.50 %	
Combinación de Agregados :	35% A. FINO	65% A. GRUESO

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento :	345.6 / 3030	= 0.114 m ³
Agua :	235.00 / 1000	= 0.235 m ³
Aire Atrapado :	3.50 / 100	= 0.035 m ³
		0.384 m ³
Volumen Absoluto de los agregados :	1.000 - 0.384059	= 0.616 m ³
Peso del Agregado Fino :	35% 0.216 x 2646	= 570.4 kg
Peso del Agregado Grueso :	65% 0.400 x 2604	= 1042.5 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento :	345.6 Kg/m ³
Agua :	235.0 Lts/m ³
Agregado Fino :	570.4 Kg/m ³
Agregado Grueso :	1042.5 Kg/m ³

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino :	570.42 x 1.0512	= 599.628 Kg/m ³
Peso Humedo del A. Grueso :	1042.54 x 1.0105	= 1053.49 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino :	5.12 - 0.32	= 4.80 %
Humedad Superficial A. Grueso :	1.05 - 0.69	= 0.36 %
Aporte de Humedad A. Fino :	570.42 x 0.048	= 27.3803 Lts.
Aporte de Humedad A. Grueso :	1042.54 x 0.0036	= 3.75315 Lts.
		31.13 Lts.

Agua Efectiva de Diseño :	235.00 - 31.13	= 203.87 Lts.
---------------------------	----------------	---------------

DISEÑO APU Tipo GU_0.68

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	345.6 Kg/m ³
Agua	:	203.9 Lts/m ³
Agregado Fino	:	599.6 Kg/m ³
Agregado Grueso	:	1053.5 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	345.60 / 345.60	=	1.00
Agregado Fino	:	599.628 / 345.60	=	1.74
Agregado Grueso	:	1053.49 / 345.60	=	3.05
Agua	:	0.59 x 42.50	=	25.08

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	C	AF	AG	Agua	Lts/m ³
		1	1.74	3.05	25.08	

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1602.03 Kg/m ³
Peso Unitario Suelto Humedo A. Grueso	:	1481.39 Kg/m ³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	C	AF	AG	Agua	Lts/m ³
		1	1.62	3.06	25.08	

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	74.0 Kg
Agregado Grueso	:	129.6 Kg
Agua Efectiva	:	25.1 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 blanca y piedra chancada gris, traslada al laboratorio por los bachilleres. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

RECOMENDACIONES : Se recomienda verificar el contenido de humedad de los agregados antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

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

Relación agua/cemento: 0.68
Cemento: APU Tipo GU

DOSIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO (ARENA EN ESTADO COMPLETAMENTE SECO)

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 345.60 kg	0.11406 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 576.24 kg	0.21904 m ³
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 1049.37 kg	0.39402 m ³
AGUA	: 235.00 kg	0.23500 m ³
TOTAL DE MATERIALES	2206.21 kg	0.962 m³

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2206.21 \text{ kg}}{0.962 \text{ m}^3} = 2293.09 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18221	18213	18224
(B) PESO DE MOLDE (g)	3356	3356	3356
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14865	14857	14868
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.101	2.100	2.102
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.10112		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2101.12		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2206.21 \text{ kg.}}{2101.123333 \text{ kg/m}^3} = 1.050015 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{1.050015 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 1.050$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{345.6 \text{ m}^3}{1.050015 \text{ m}^3} = 329.14 \text{ kg/m}^3 = 7.74 \text{ bolsas/m}^3$$

$$\text{CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO} = 8.37\% \text{ (Método Volumétrico)}$$

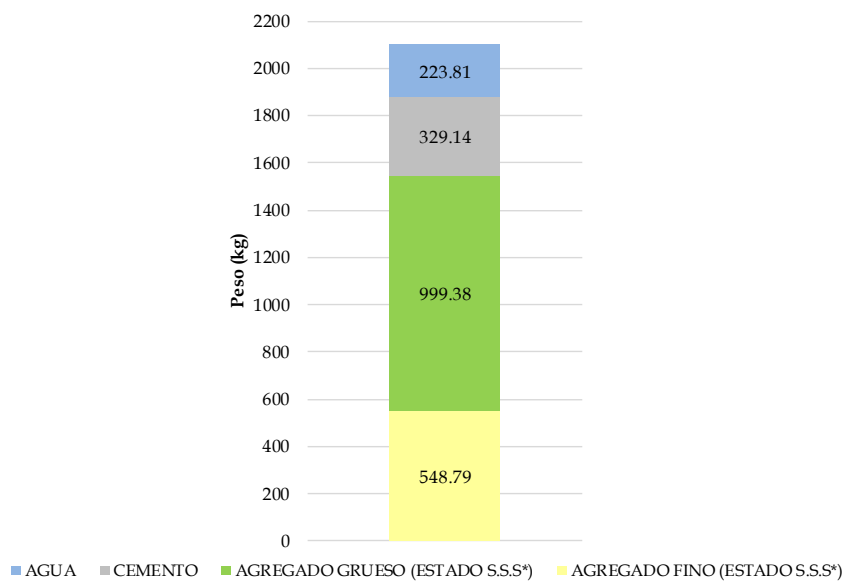
COMPOSICIÓN DE UN METRO CÚBICO DEL CONCRETO FRESCO CORREGIDO POR CAMBIO DE AIRE ATRAPADO REAL

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 329.14 kg	0.109 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 548.79 kg	0.209 m ³
AGREGADO GRUESO (ESTADO S.S.S*)	: 999.38 kg	0.375 m ³
AGUA	: 223.81 lts.	0.235 m ³
AIRE ATRAPADO	: 0.00	0.073
TOTAL	2101.12 kg	1.0000 m³

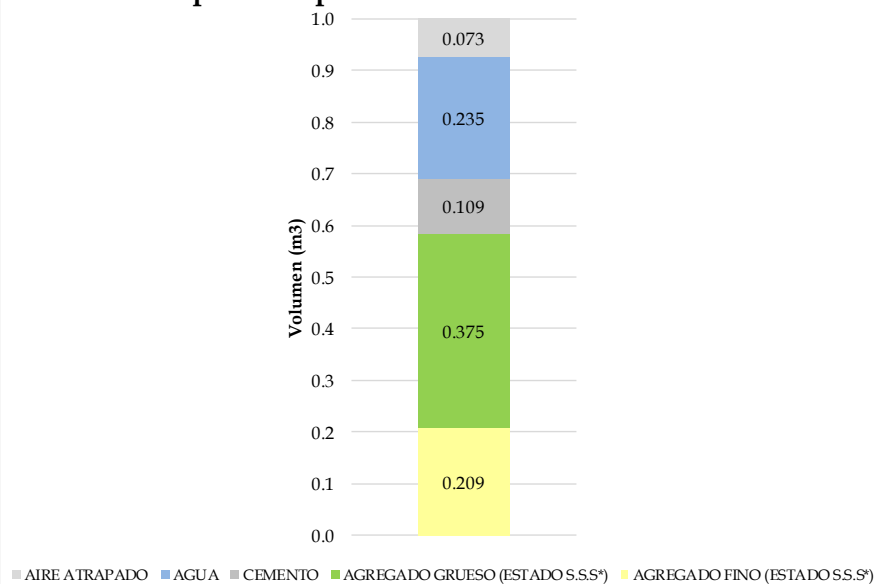
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

Composición por peso de un metro cúbico



Composición por volumen de un metro cúbico



1. COMPRESIÓN

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena cantera cuarzosa blanca	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.68	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 (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	10.10	125.4	12,783	80.119	160	160
2	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	10.08	123.4	12,579	79.802	158	
3	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	10.11	122.5	12,486	80.277	156	
4	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	10.04	126.3	12,877	79.169	163	
5	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	10.14	128.1	13,067	80.754	162	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.86

VARIANZA
8.20

COEF. DE VARIACION
1.79

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena cantera cuarzosa blanca	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.68

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 (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	10.14	157.0	16,004	80.675	198	201
2	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	10.19	159.5	16,267	81.473	200	
3	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	10.13	154.8	15,786	80.516	196	
4	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	10.09	161.6	16,481	79.96	206	
5	Testigo de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	10.04	159.8	16,297	79.091	206	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.60

VARIANZA
21.20

COEF. DE VARIACION
2.29

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena cantera cuarzosa blanca	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.63

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 (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	10.08	155.6	15,869	79.802	199	198
2	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	10.16	155.9	15,897	81.073	196	
3	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	10.09	158.4	16,153	79.96	202	
4	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	10.10	154.4	15,740	80.039	197	
5	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	10.17	157.9	16,102	81.153	198	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.30

VARIANZA
5.30

COEF. DE VARIACION
1.16

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena cantera cuarzosa blanca	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.63

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 (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	10.07	194.0	19,777	79.643	248	250
2	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	10.14	198.3	20,216	80.675	251	
3	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	10.15	200.6	20,456	80.914	253	
4	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	10.14	198.0	20,185	80.754	250	
5	Testigo de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	10.07	193.6	19,743	79.564	248	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.12

VARIANZA
4.50

COEF. DE VARIACION
0.85

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena cantera cuarzosa blanca	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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 (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	10.08	188.4	19,207	79.722	241	237
2	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	10.15	188.6	19,234	80.914	238	
3	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	10.18	184.0	18,758	81.393	230	
4	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	10.16	185.4	18,907	80.993	233	
5	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	10.10	190.3	19,402	80.119	242	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.17

VARIANZA
26.70

COEF. DE VARIACION
2.18

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena cantera cuarzosa blanca	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.58

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 (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	10.10	245.4	25,020	80.039	313	309
2	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	10.13	240.4	24,513	80.516	304	
3	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	10.13	243.6	24,842	80.516	309	
4	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	10.16	248.4	25,326	81.073	312	
5	Testigo de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	10.09	240.2	24,491	79.881	307	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.67

VARIANZA
13.50

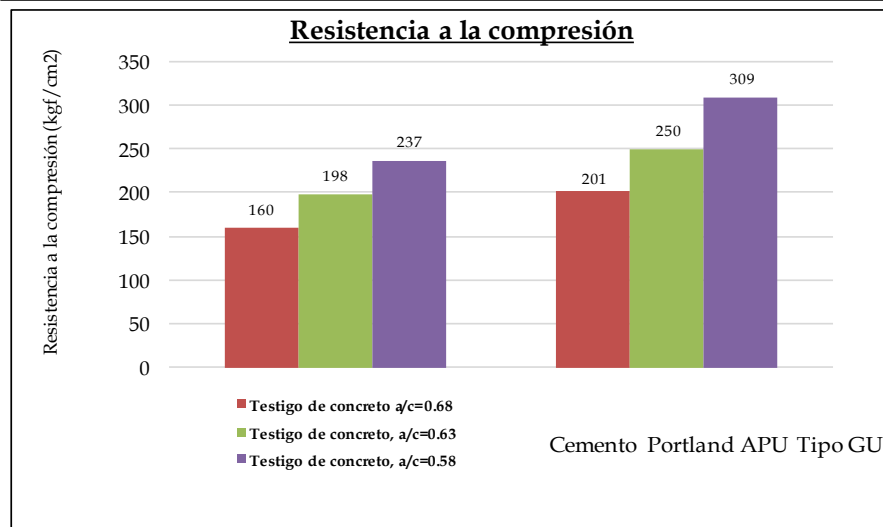
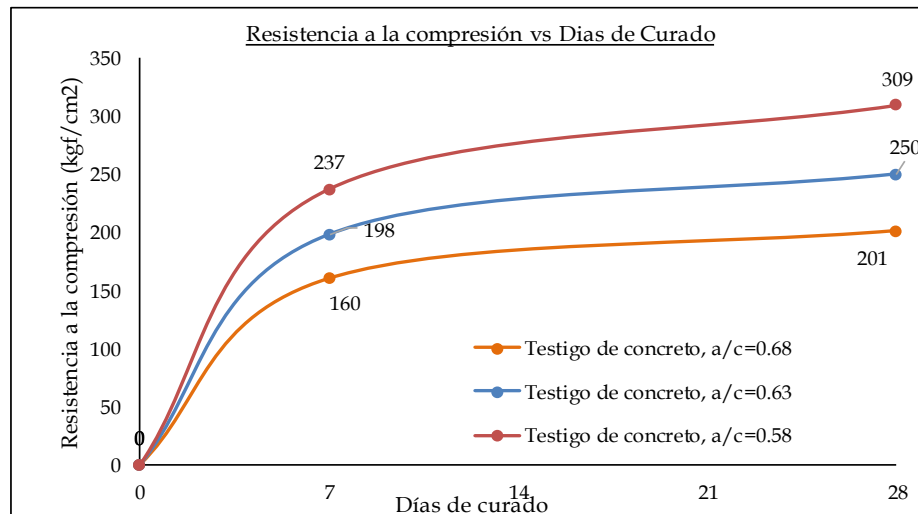
COEF. DE VARIACION
1.19

2. FLEXION

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION, MODULO ELASTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, IQUITOS, 2024	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aseor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc

ROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm ²)			
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca			
días de curado	Testigo de concreto a/c=0.68	Testigo de concreto, a/c=0.63	Testigo de concreto, a/c=0.58
7 días	160	198	237
28 días	201	250	309

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)			
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca			
días de curado	Testigo de concreto, a/c=0.68	Testigo de concreto, a/c=0.63	Testigo de concreto, a/c=0.58
7 días	1.79	1.16	2.18
28 días	2.29	0.85	1.19



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de cantera cuarzosa blanca	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.68

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)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	15.45	15.55	46.50	25.4	2,585	32	31
2	Viga de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	15.72	15.35	46.50	24.3	2,477	31	
3	Viga de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	15.58	15.50	46.50	23.6	2,406	30	
4	Viga de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	28/02/2025	7	15.58	15.55	46.50	25.0	2,548	31	

DESVIACIÓN ESTANDAR
0.82

VARIANZA
0.67

COEF. DE VARIACION
2.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de cantera cuarzosa blanca	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.63	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)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (kN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	15.35	15.80	46.50	29.4	2,997	36	36
2	Viga de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	15.47	15.66	46.50	28.5	2,905	36	
3	Viga de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	15.67	15.29	46.50	29.4	2,997	38	
4	Viga de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	28/02/2025	7	15.64	15.69	46.50	27.8	2,834	34	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.63

VARIANZA
2.67

COEF. DE VARIACION
4.54

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de cantera cuarzosa blanca	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.58	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)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (kN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	15.61	15.60	46.50	29.4	2,997	37	38
2	Viga de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	15.63	15.35	46.50	30.3	3,089	39	
3	Viga de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	15.50	15.64	46.50	29.1	2,966	36	
4	Viga de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	28/02/2025	7	15.48	15.35	46.50	28.9	2,946	38	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.29

VARIANZA
1.67

COEF. DE VARIACION
3.40

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de cantera cuarzosa blanca	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.68	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)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	15.34	15.61	46.50	28.3	2,885	36	36
2	Viga de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	15.55	15.54	46.50	27.4	2,793	35	
3	Viga de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	15.43	15.60	46.50	29.0	2,956	37	
4	Viga de concreto, a/c=0.68	21/02/2025	21/03/2025	28	15.50	15.48	46.50	26.9	2,742	34	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.29

VARIANZA
1.67

COEF. DE VARIACION
3.59

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de cantera cuarzosa blanca	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.63

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)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (KN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	15.46	15.51	46.50	30.6	3,119	39	39
2	Viga de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	15.28	15.58	46.50	29.5	3,007	38	
3	Viga de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	15.42	15.41	46.50	29.5	3,007	38	
4	Viga de concreto, a/c=0.63	21/02/2025	21/03/2025	28	15.37	15.79	46.50	32.5	3,313	40	

DESVIACIÓN ESTANDAR
0.96

VARIANZA
0.92

COEF. DE VARIACION
2.45

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de cantera cuarzosa blanca	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.58	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)	Ancho Prom.	Alto Prom.	Luz Prom.	Carga Max. (kN)	Carga Max. (Kgf)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	15.47	15.52	46.50	33.5	3,415	43	41
2	Viga de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	15.36	15.53	46.50	31.8	3,242	41	
3	Viga de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	15.73	15.45	46.50	33.6	3,425	42	
4	Viga de concreto, a/c=0.58	21/02/2025	21/03/2025	28	15.67	15.65	46.50	31.4	3,201	39	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.71

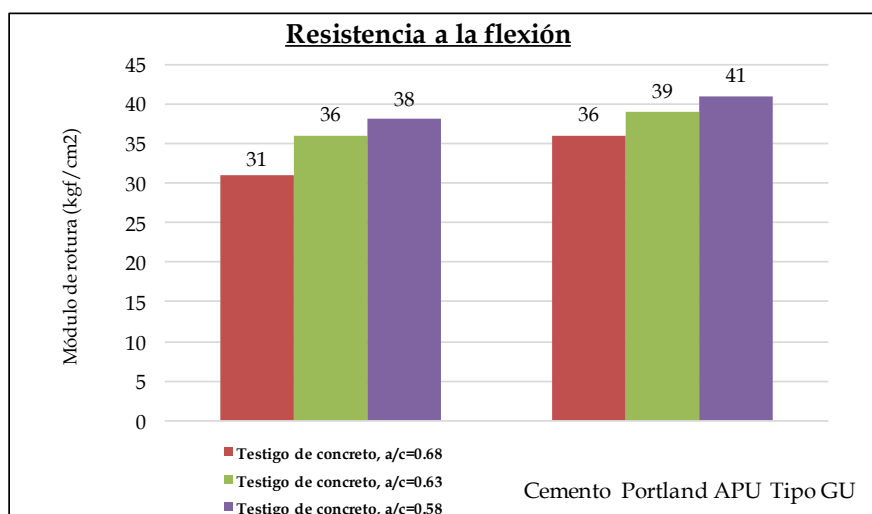
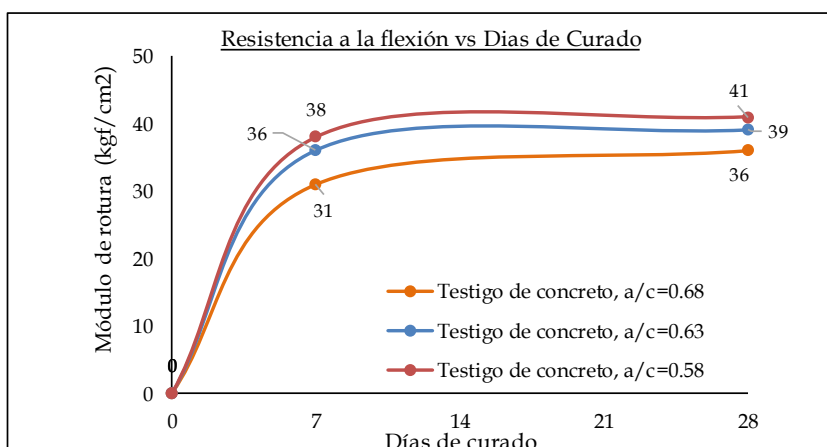
VARIANZA
2.92

COEF. DE VARIACION
4.17

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS -2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc

PROGRESIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DURANTE 28 DÍAS (Kg/cm ²)			
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca			
días de curado	Testigo de concreto, a/c=0.68	Testigo de concreto, a/c=0.63	Testigo de concreto, a/c=0.58
7 días	31	36	38
28 días	36	39	41

COEFICIENTE DE VIARIACIÓN (%)			
Cemento Portland/Agregado de cantera arena blanca			
días de curado	Testigo de concreto, a/c=0.68	Testigo de concreto, a/c=0.63	Testigo de concreto, a/c=0.58
7 días	2.63	4.54	3.40
28 días	3.59	2.45	4.17



2. MODULO ELASTICO

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM ² Y 280 KG/CM ² , IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aseor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

Testigo de concreto N°	01	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.68	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días
-----------	--------------------------------

DATOS DE PROBETA

Diámetro (cm) : 10.02
 Área (cm²) : 78.85
 Fecha de vaciado : 21/02/2025
 Fecha de ensayo : 21/03/2025

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM ²)	201
LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	100.2

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.68	0.0060000	0.0008780	0.0000444	0.0000088
2000	25.36	0.0120000	0.0017560	0.0000889	0.0000175
3000	38.05	0.0200000	0.0035120	0.0001481	0.0000350
4000	50.73	0.0285000	0.0043900	0.0002111	0.0000438
5000	63.41	0.0385000	0.0061460	0.0002852	0.0000613
6000	76.09	0.0485000	0.0074630	0.0003593	0.0000745
7000	88.78	0.0540000	0.0087800	0.0004000	0.0000876
8000	101.46	0.0665000	0.0100970	0.0004926	0.0001008
9000	114.14	0.0710000	0.0122920	0.0005259	0.0001227
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.68	0.0000444		
X	0.0000500	X	14.28
25.36	0.0000889		s1

88.78	0.0004000		
80.40	Y	Y	0.0003388
101.46	0.0004926		e2

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.68	0.0000088		
14.28	Y	Y	0.0000099
25.36	0.0000175		et1

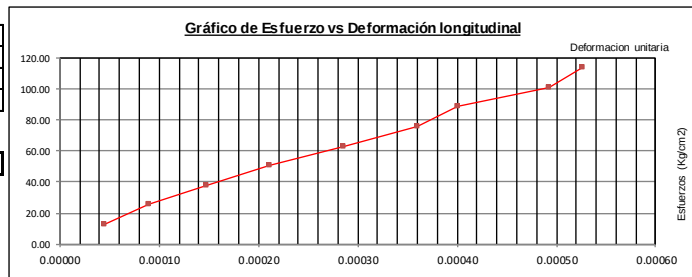
INTERPOLACION PARA et2' para S2

88.78	0.0000876		
80.40	Y	Y	0.0000789
101.46	0.0001008		et2

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

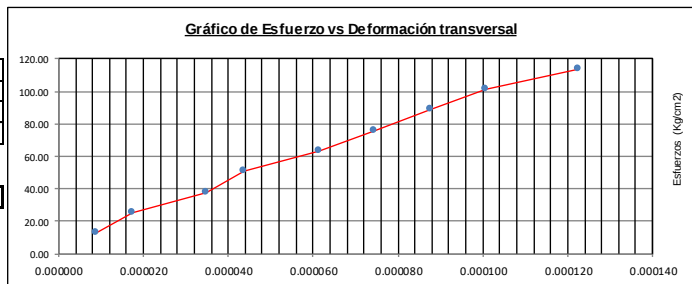
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	14.28
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	80.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003388

MODULO ELASTICO	228,947
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000099
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0000789
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003388

MODULO DE POISSON	0.239
--------------------------	--------------



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aseor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

Testigo de concreto N°	02	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.68	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días
-----------	--------------------------------

DATOS DE PROBETA

Diametro (cm) : 10.01
Área (cm²) : 78.62
Fecha de vaciado : 21/02/2025
Fecha de ensayo : 21/03/2025

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	201
LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	100.05

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.72	0.0050000	0.0008780	0.0000370	0.0000088
2000	25.44	0.0155000	0.0017560	0.0001148	0.0000176
3000	38.16	0.0215000	0.0035120	0.0001593	0.0000351
4000	50.88	0.0300000	0.0043900	0.0002222	0.0000439
5000	63.60	0.0400000	0.0061460	0.0002963	0.0000614
6000	76.32	0.0500000	0.0074630	0.0003704	0.0000746
7000	89.04	0.0545000	0.0087800	0.0004037	0.0000878
8000	101.76	0.0680000	0.0100970	0.0005037	0.0001009
9000	114.47	0.0730000	0.0122920	0.0005407	0.0001229
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.72	0.0000370		
X	0.0000500	X	14.85 s1
25.44	0.0001148		

89.04	0.0004037		
80.40	Y	Y	0.0003358 e2
101.76	0.0005037		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.72	0.0000088		
14.85	Y	Y	0.0000103 et1
25.44	0.0000176		

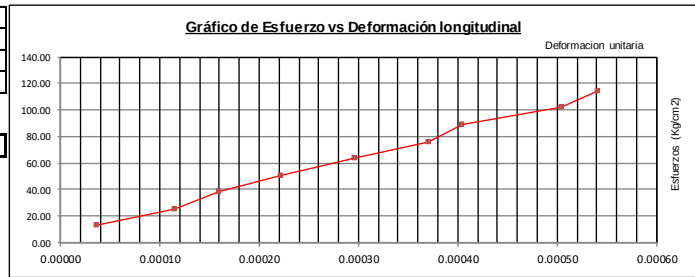
INTERPOLACION PARA et2' para S2

89.04	0.0000878		
80.40	Y	Y	0.0000789 et2
101.76	0.0001009		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

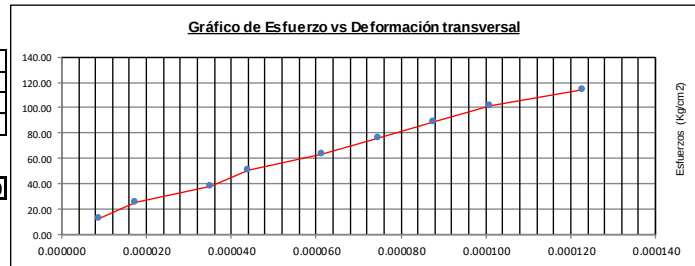
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	14.85
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	80.40
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003358

MODULO ELASTICO	229,356
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000103
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0000789
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003358

MODULO DE POISSON	0.240
--------------------------	--------------



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

Testigo de concreto N°	01	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.63	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días
-----------	--------------------------------

DATOS DE PROBETA

Diametro (cm) : 9.97
Área (cm²) : 78.07
Fecha de vaciado : 21/02/2025
Fecha de ensayo : 21/03/2025

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	250
LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.7

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.81	0.0025000	0.0017560	0.0000185	0.0000176
2000	25.62	0.0110000	0.0035120	0.0000815	0.0000352
3000	38.43	0.0235000	0.0048290	0.0001741	0.0000484
4000	51.24	0.0280000	0.0057070	0.0002074	0.0000572
5000	64.05	0.0355000	0.0070240	0.0002630	0.0000705
6000	76.85	0.0425000	0.0083410	0.0003148	0.0000837
7000	89.66	0.0490000	0.0100970	0.0003630	0.0001013
8000	102.47	0.0555000	0.0114140	0.0004111	0.0001145
9000	115.28	0.0760000	0.0127310	0.0005630	0.0001277
10000	128.09	0.0825000	0.0144870	0.0006111	0.0001453
11000	140.90	0.0855000	0.0162430	0.0006333	0.0001629
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.81	0.0000185		
X	0.0000500	X	19.22 s1
25.62	0.0000815		

102.47	0.0004111		
100.00	Y	Y	0.0003818 e2
115.28	0.0005630		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.81	0.0000176		
19.22	Y	Y	0.0000264 et1
25.62	0.0000352		

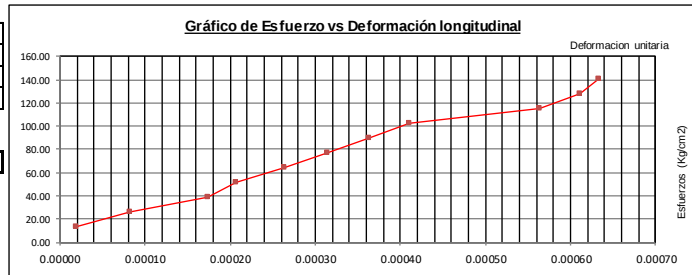
INTERPOLACION PARA et2' para S2

102.47	0.0001145		
100.00	Y	Y	0.0001120 et2
115.28	0.0001277		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

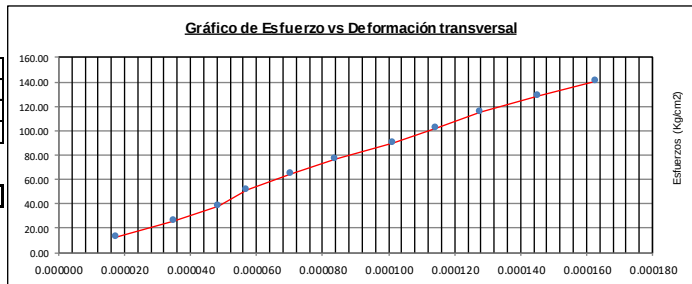
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	19.22
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	100.00
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003818

MODULO ELASTICO	243,460
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000264
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001120
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003818

MODULO DE POISSON	0.258
--------------------------	--------------



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

Testigo de concreto N°	02	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.63	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días
-----------	--------------------------------

DATOS DE PROBETA

Diametro (cm) : 10.02
Área (cm²) : 78.78
Fecha de vaciado : 21/02/2025
Fecha de ensayo : 21/03/2025

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	250
LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	100.15

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.69	0.0015000	0.0017560	0.0000111	0.0000175
2000	25.39	0.0120000	0.0035120	0.0000889	0.0000351
3000	38.08	0.0215000	0.0048290	0.0001593	0.0000482
4000	50.77	0.0265000	0.0057070	0.0001963	0.0000570
5000	63.47	0.0335000	0.0070240	0.0002481	0.0000701
6000	76.16	0.0415000	0.0083410	0.0003074	0.0000833
7000	88.86	0.0465000	0.0100970	0.0003444	0.0001008
8000	101.55	0.0545000	0.0114140	0.0004037	0.0001140
9000	114.24	0.0750000	0.0127310	0.0005556	0.0001271
10000	126.94	0.0820000	0.0144870	0.0006074	0.0001447
11000	139.63	0.0835000	0.0162430	0.0006185	0.0001622
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.69	0.0000111		
X	0.0000500	X	19.04 s1
25.39	0.0000889		

101.55	0.0004037		
100.00	Y	Y	0.0003851 e2
114.24	0.0005556		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.69	0.0000175		
19.04	Y	Y	0.0000263 et1
25.39	0.0000351		

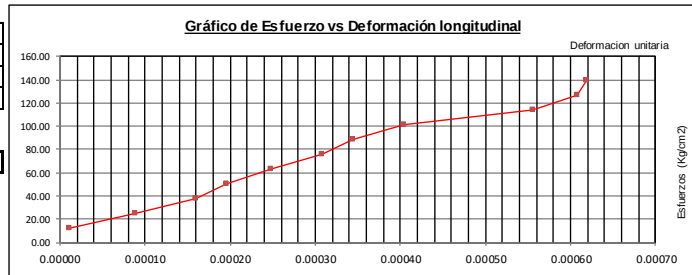
INTERPOLACION PARA et2' para S2

101.55	0.0001140		
100.00	Y	Y	0.0001124 et2
114.24	0.0001271		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

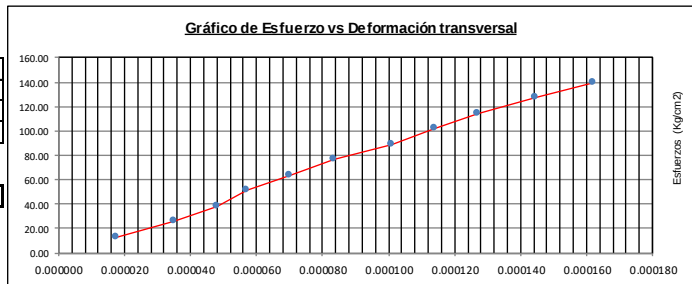
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	19.04
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	100.00
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003851

MODULO ELASTICO	241,600
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000263
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001124
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0003851

MODULO DE POISSON	0.257
--------------------------	--------------



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, IQUITOS - 2024.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Aesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

Testigo de concreto N°	01	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.58	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días
-----------	--------------------------------

DATOS DE PROBETA

Diametro (cm) : 10.01
Área (cm²) : 78.62
Fecha de vaciado : 21/02/2025
Fecha de ensayo : 21/03/2025

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	309
LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	100.05

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.72	0.0025000	0.0008780	0.0000185	0.0000088
2000	25.44	0.0110000	0.0035120	0.0000815	0.0000351
3000	38.16	0.0195000	0.0043900	0.0001444	0.0000439
4000	50.88	0.0260000	0.0052680	0.0001926	0.0000527
5000	63.60	0.0345000	0.0079020	0.0002556	0.0000790
6000	76.32	0.0395000	0.0096580	0.0002926	0.0000965
7000	89.04	0.0465000	0.0114140	0.0003444	0.0001141
8000	101.76	0.0525000	0.0122920	0.0003889	0.0001229
9000	114.47	0.0605000	0.0140480	0.0004481	0.0001404
10000	127.19	0.0640000	0.0149260	0.0004741	0.0001492
11000	139.91	0.0780000	0.0166820	0.0005778	0.0001667
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.72	0.0000185		
X	0.0000500	X	19.08 s1
25.44	0.0000815		

127.19	0.0004741		
123.60	Y	Y	0.0004448 e2
139.91	0.0005778		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.72	0.0000088		
19.08	Y	Y	0.0000220 et1
25.44	0.0000351		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

127.19	0.0001492		
123.60	Y	Y	0.0001443 et2
139.91	0.0001667		

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM2 Y 280 KG/CM2, IQUITOS - 2024.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey.
Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc.

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD ESTÁTICO DE CONCRETO A COMPRESIÓN ASTM C - 469

Testigo de concreto N°	02	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.58	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 28 días
-----------	--------------------------------

DATOS DE PROBETA

Diametro (cm) : 9.97
Área (cm²) : 78.07
Fecha de vaciado : 21/02/2025
Fecha de ensayo : 21/03/2025

ESFUERZO MÁXIMO (KG/CM2)	309
--------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN- anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN- anillos (mm)	99.7

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.81	0.0025000	0.0008780	0.0000185	0.0000088
2000	25.62	0.0115000	0.0035120	0.0000852	0.0000352
3000	38.43	0.0205000	0.0043900	0.0001519	0.0000440
4000	51.24	0.0275000	0.0052680	0.0002037	0.0000528
5000	64.05	0.0355000	0.0079020	0.0002630	0.0000793
6000	76.85	0.0420000	0.0096580	0.0003111	0.0000969
7000	89.66	0.0480000	0.0114140	0.0003556	0.0001145
8000	102.47	0.0525000	0.0122920	0.0003889	0.0001233
9000	115.28	0.0605000	0.0140480	0.0004481	0.0001409
10000	128.09	0.0640000	0.0149260	0.0004741	0.0001497
11000	140.90	0.0790000	0.0166820	0.0005852	0.0001673
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.81	0.0000185		
X	0.0000500	X	18.86
25.62	0.0000852		

128.09	0.0004741		
123.60	Y	Y	0.0004352
140.90	0.0005852		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.81	0.0000088		
18.86	Y	Y	0.0000213
25.62	0.0000352		

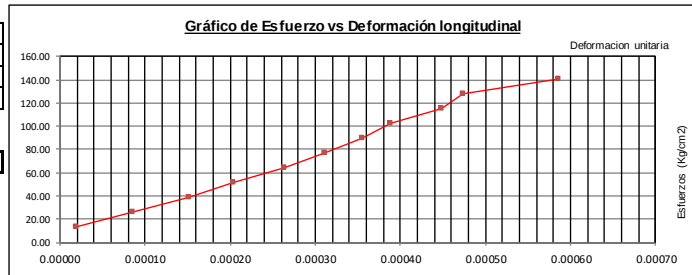
INTERPOLACION PARA et2' para S2

128.09	0.0001497		
123.60	Y	Y	0.0001435
140.90	0.0001673		

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e)

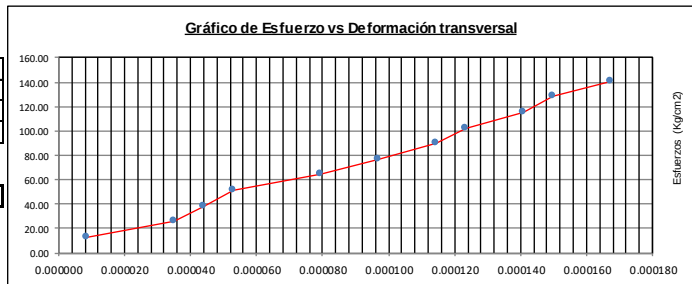
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	18.86
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	123.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004352

MODULO ELASTICO	271,911
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000213
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001435
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004352

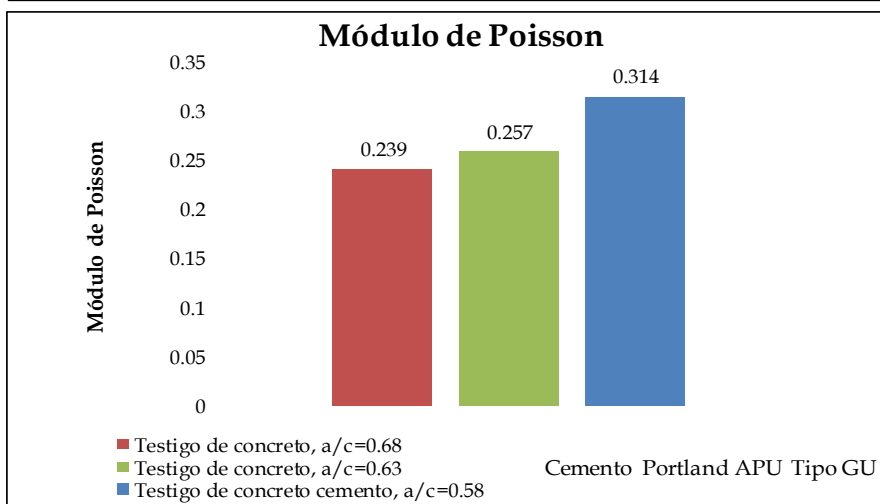
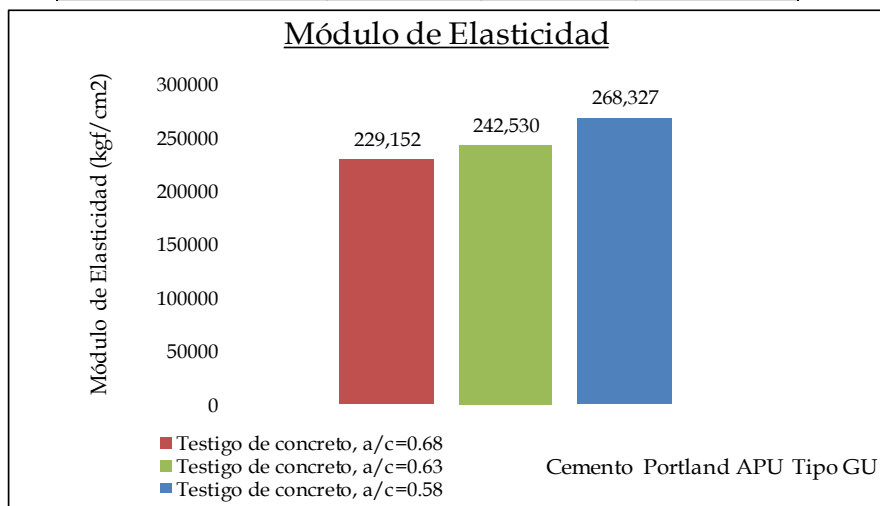
MODULO DE POISSON	0.317
--------------------------	--------------



Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, MÓDULO ELÁSTICO Y MÓDULO DE ROTURA PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO DE 210 KG/CM² Y 280 KG/CM², IQUITOS - 2024.		
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CANALES PINEDO, Luis Ángel. Br. CASTILLO SANDOVAL, Richwey. Asesor: Ing. OCAÑA APONTE, Juan Jesús. M. Sc	

MÓDULO ELÁSTICO DEL CONCRETO - 28 DÍAS (Kg/cm ²)			
Cemento Portland/Agregado de cantera fluvial			
días de curado	Testigo de concreto, a/c=0.68	Testigo de concreto, a/c=0.63	Testigo de concreto, a/c=0.58
28 días	229,152	242,530	268,327

MÓDULO DE POISSON DEL CONCRETO - 28 DÍAS			
Cemento Portland/Agregado de cantera fluvial			
días de curado	Testigo de concreto, a/c=0.68	Testigo de concreto, a/c=0.63	Testigo de concreto cemento, a/c=0.58
28 días	0.239	0.257	0.314



Anexo 3 Prueba de Hipótesis

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO A SIETE (7) DÍAS DE CURADO A DIFERENTES DOSIS DE AGREGADOS Y RELACIÓN A/C = 0,58.

Relación Agua/Cemento (A/C)

éto do	N° Mst.	Testigo de concreto, a/c=0.68 (kg/cm2)	Testigo de concreto, a/c=0.63 (kg/cm2)	Testigo de concreto, a/c=0.58 (kg/cm2)
	1	160	199	241
	2	158	196	238
	3	156	202	230
	4	163	197	233
	5	162	198	242
Hipótesis nula			Todas las medias son iguales	
Hipótesis alterna			No todas las medias son iguales	
Nivel de significancia			$\alpha = 0.05$	

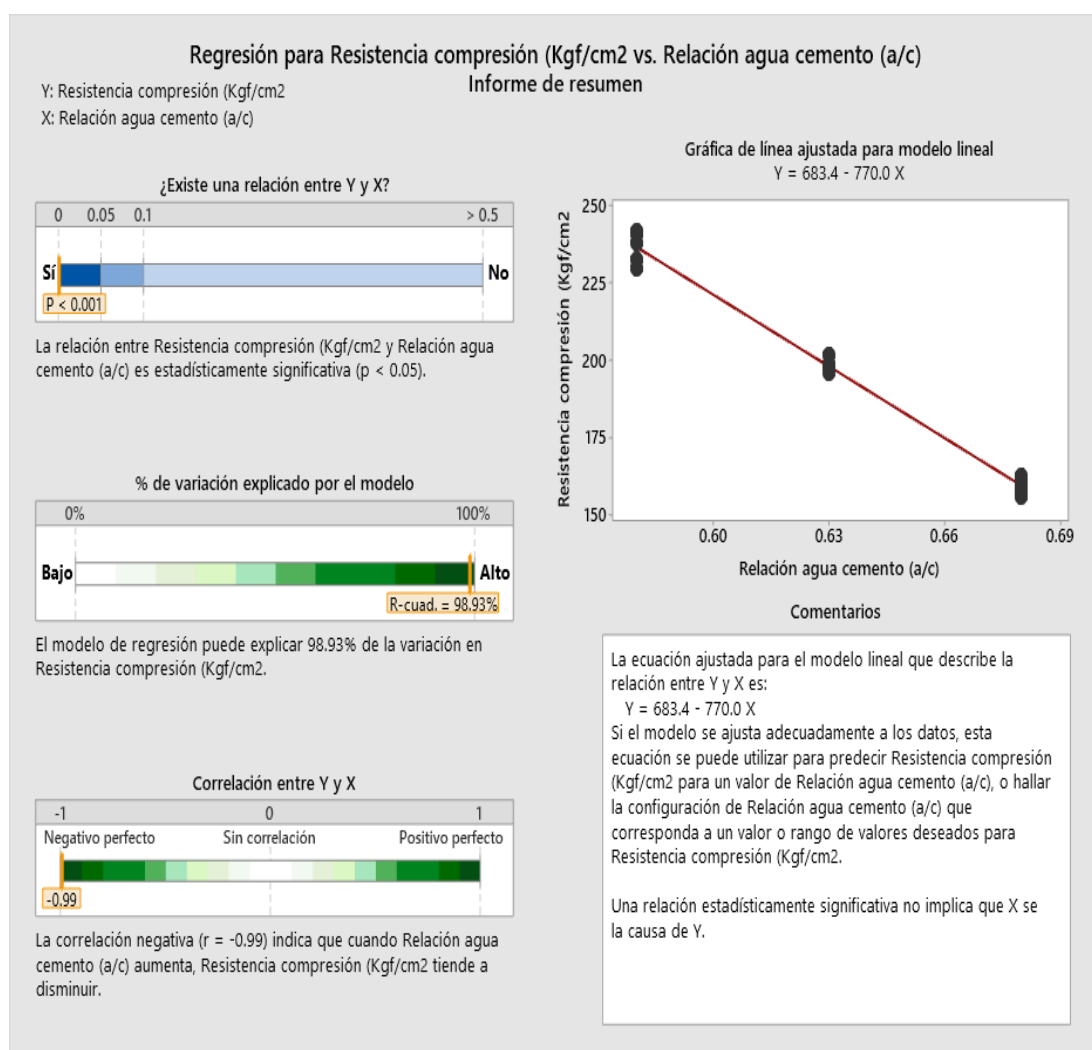
Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Nivele		
Factor s	Valores	
Factor 3	Testigo de concreto, a/c=0.68, Testigo de concreto, a/c=0.63, Testigo de concreto, a/c=0.58	

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	2	14822.5	7411.27	553.08	0.000
Error	12	160.8	13.40		
Total	14	14983.3			



Anexo 3 Ficha técnica Cemento APU tipo GU



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 tarrajes 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:

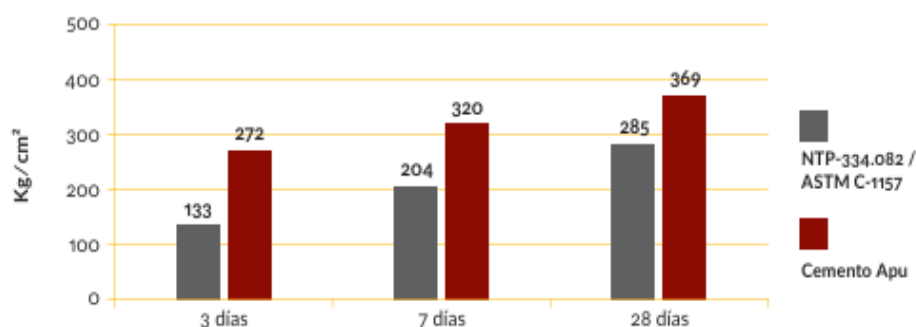
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

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.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.082 / ASTM C-1157 vs. Cemento Apu



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Apu	Requisitos NTP-334.082 / ASTM C-1157
Contenido de aire	%	4.63	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m²/kg	366	No específica
Densidad	g/ml	3.03	No específica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm²	272	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm²	320	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm²	369	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	128	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	284	Máximo 420
Barras curadas en agua			
Expansión a 14 días	%	0.008	Máximo 0.020
Calor de Hidratación			
Calor de hidratación a 7 días	kcal/kg	69	No específica
Calor de hidratación a 28 días	kcal/kg	75	No específica

*Requisito opcional

Panel de fotos



Ensayo de material que pasa por la malla n°200



Control de material agregado grueso



Secado de material agregado fino



Control de agregado grueso



Ensayo peso específico del agregado



Verificación de probetas cilíndricas