



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**“PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO-ARENA), OBTENIDO A
PARTIR DE ARENA DE CANTERA FLUVIAL – DESEMBOCADURA DEL
RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023”.**

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

AUTORES :
- Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique.

ASESOR :
- Ing. BAUTISTA SERPA, LILIANA. Mg.

Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánico de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
CP N° 43023
INGENIERO CIVIL

San Juan Bautista – Loreto – Maynas – Perú
2024

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 657-2023-UCP-FCEI, del 13 de septiembre del 2023, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 211-2025-UCP-FCEI, del 25 de febrero del 2025, se autorizó la sustentación.

Siendo las 11:00 a.m. del día 03 de marzo del 2025, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA DE CANTERA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ, 2023"**.

Presentado por:

JOSÉ ENRIQUE CASTILLO RAMÍREZ
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

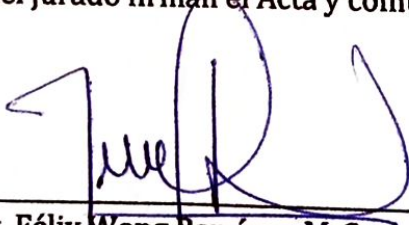
Asesor: Ing. LILIANA BAUTISTA SERPA, M. Sc

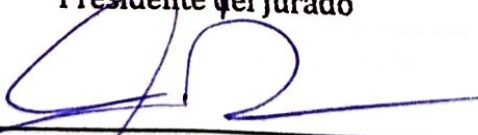
Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

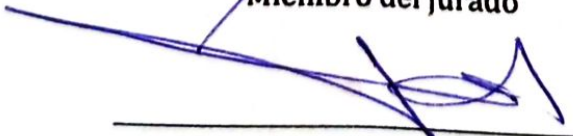
La sustentación es: Aprobada por Unanimidad

A las 12:30 horas culminó el acto público.

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


Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.
Presidente del Jurado


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


Ing. Juan Jesús Ocaña Aponte, M. Sc.
Miembro del jurado



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

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

El presidente del Comité de Ética e Integridad Científica

Hace constar que:

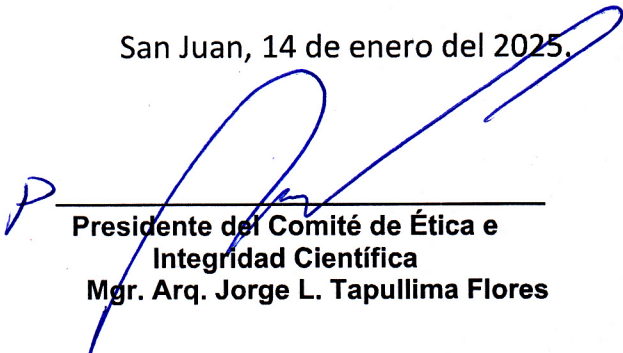
La Tesis titulada:

**"PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO-ARENA), OBTENIDO A
PARTIR DE ARENA DE CANTERA FLUVIAL – DESEMBOCADURA DEL
RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023"**

Del alumno: **JOSÉ ENRIQUE CASTILLO RAMÍREZ**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **19% de similitud**.

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

San Juan, 14 de enero del 2025.



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

UCP_IngenieríaCivil_2024_Resumen(Jo se_Castillo_V1)

19%
Textos
sospechosos

5% Similitudes
< 1% similitudes entre
comillas
0% entre las fuentes
mencionadas

2% Idiomas no reconocidos

12% Textos potencialmente
generados por la IA

Nombre del documento: UCP_IngenieríaCivil_2024_Resumen(Jose_Castillo_V1).pdf ID del documento: 0a6b45563c8c6156ba1f66c085eccf750472182a Tamaño del documento original: 1,49 MB Autores: []	Depositante: Chris Angela Ramirez Flores Fecha de depósito: 14/1/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 14/1/2025	Número de palabras: 20.151 Número de caracteres: 126.568
---	---	---



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/2645/DENIS_IBRAHIM_CRUZADO_TUANAMA_... 3 fuentes similares	3%		 Palabras idénticas: 3% (603 palabras)
2	 repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/2645/DENIS_IBRAHIM_CRUZADO_TUANAMA_... 3 fuentes similares	3%		 Palabras idénticas: 3% (603 palabras)
3	 repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/2645/DENIS_IBRAHIM_CRUZADO_TUANAMA_... 3 fuentes similares	3%		 Palabras idénticas: 3% (584 palabras)
4	 repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe:8080/server/api/core/bitstreams/db0782e1-4e74-4c68-a1b9-64abaf... 2 fuentes similares	2%		 Palabras idénticas: 2% (393 palabras)
5	 repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/UCP/2754/5/TESIS_FINAL_-_FALU_OCHOA_Y_DAYNA_RUIZ.pdf 7 fuentes similares	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (188 palabras)

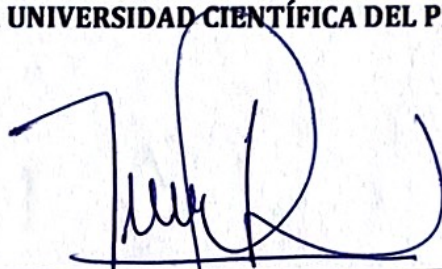
Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 alicia.concytec.gob.pe Metadatos: Influencia del aditivo superplastificante en las p... https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UCPI_a5d865dac5c7d5e33aa087b3397d5777/Details	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (40 palabras)
2	 repositorio.ucp.edu.pe Comparación de la Resistencia a la Compresión del Concre... http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/2427	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
3	 repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/UCP/802/1/PEREZ_FLORES_TESIS_TITULO_2019.pdf	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
4	 repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/UCP/1949/4/ESTRADA_CHAPOÑAN_JESÚS_ANTONIO_Y_MO...	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
5	 repositorio.ucp.edu.pe http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1656/LARRY_SANDINO_MARIN_FASABI_Y_MIG...	< 1%		 Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)

HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLER: JOSÉ ENRIQUE CASTILLO RAMÍREZ

**La Tesis sustentada en acto público el día 03 de marzo del 2025, a las 11: 00 am,
en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**



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



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



**ING. JUAN JESÚS OCAÑA APONTE, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. LILIANA BAUTISTA SERPA, M. SC
ASESOR**

Dedicatoria

Este trabajo de investigación va dedicado a mi madre, padre, hermano y mi hija por el apoyo incondicional y por el afán de impulsarme a ser mejor profesional y cada día mejor persona. También está dedicado a todos aquellos amigos que con sus experiencias ayudaron para culminar esta investigación.

A los compañeros profesionales que conocí en el camino el cual me enseñaron lo bueno y lo malo de esta hermosa carrera y así exigirme cada día más. El camino es arduo, pero no imposible.

Agradecimiento

A Dios por la dicha de poder conocerlo mediante mis experiencias ya que inexplicablemente siempre pude lograr las cosas a pesar de las dificultades que se atravesaron en mi camino.

A mi mamá Luz Milena por su amor y su apoyo incondicional por hacerme profesional y mejor ser humano, a mi papá José Castillo por enseñarme a ser una persona honrada y humilde, mención honrosa a mi hermano Matías por su cariño, y sin duda para la pequeña Alba ya que ella fue el motor para que esto avance.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Hoja de Aprobación	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xii
Resumen	xiv
Abstract	xvi
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	18
1.1. Antecedentes del estudio.	18
1.2. Bases teóricas	23
1.2.1. Concreto	23
1.2.2. Cemento	24
1.2.3. Agregados.....	27
1.2.3.1. Agregado fino.....	28
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	54
2.1. Descripción del problema	54
2.2. Formulación del problema	56
2.2.1. Problema general.....	56
2.2.2. Problemas específicos	56
2.3. Objetivos.....	56

2.3.1. Objetivo general	56
2.3.2. Objetivos específicos	57
2.4. Justificación de investigación	57
2.5. Hipótesis.....	58
2.6. Variables.....	59
2.6.1. Identificación de variables.....	59
2.6.2. Definición conceptual de las variables	59
2.6.3. Operacionalización de las variables.....	61
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	62
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	62
3.1.1. Tipo de investigación	62
3.1.2. Diseño de investigación	62
3.2. Población y muestra	63
3.2.1. Población	63
3.2.2. Muestra	63
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.	63
3.3.1. Técnicas de recolección de datos.....	63
3.3.2. Instrumento de recolección de datos.	64
3.3.3. Procesamiento y análisis de datos.....	64
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	66
4.1. Caracterización del agregado.....	66
4.1.1. Agregado fino.....	66
4.1.1.1. Análisis granulométrico (NTP 400.037).....	66
4.1.1.2. Módulo de fineza (NTP 400.011).....	70

4.1.1.3. Superficie específica (NTP 400.012).....	71
4.1.1.4. Material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018)	73
4.1.1.5. Peso específico (NTP 400.022).....	73
4.1.1.6. Absorción (NTP 400.037).....	74
4.1.1.7. Peso unitario suelto seco (PUSS) (NTP 400.017).....	75
4.1.1.8. Peso unitario compactado (PUC) (NTP 400.017).....	75
4.2. PREPARACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO CEMENTO – CONCRETO.	77
4.2.1. Diseño del concreto cemento – arena, relación a/c = 0.58.	77
4.2.2. Diseño del concreto cemento – arena, relación a/c = 0.63.	80
4.2.3. Diseño del concreto cemento arena, relación a/c=0.69.	83
4.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO FRESCO.....	86
4.3.1. Consistencia (NTP 339.035)	86
4.3.2. Peso unitario (NTP 339.046).....	87
4.3.3. Contenido de aire método gravimétrico (ASTM C – 138).....	88
4.3.4. Temperatura del concreto (NTP 339.184).....	89
4.4. PROPIEDAD DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO ENDURECIDO.....	91
4.4.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034)	91
4.4.2. Resistencia a la tracción por compresión diametral (NTP 339.084)	95
4.4.3 Resistencia a la flexión en vigas (NTP0339.078)	98
4.4.4. Módulo elástico estático (NTP 339.084).....	102
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1. DISCUSIÓN	103
5.2. CONCLUSIONES	112
5.3. RECOMENDACIONES	117
Referencias bibliográficas	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01.	Propiedades del cemento APU Tipo GU.....	26
Tabla N° 02.	Operacionalización de las variables.....	61
Tabla N° 03.	Análisis granulométrico de la muestra N° 01.....	67
Tabla N° 04.	Análisis granulométrico de la muestra N° 02.....	68
Tabla N° 05.	Análisis granulométrico de la muestra N° 03.....	69
Tabla N° 06.	Módulo de fineza del agregado fino.	70
Tabla N° 07.	Superficie específica de la muestra N° 01.	71
Tabla N° 08.	Superficie específica de la muestra N° 02.	72
Tabla N° 09.	Superficie específica de la muestra N° 03.	72
Tabla N° 10.	Material fino que pasa la malla N° 200.....	73
Tabla N° 11.	Peso específico del agregado fino.	74
Tabla N° 12.	Absorción del agregado fino.	74
Tabla N° 13.	Peso unitario suelto del agregado fino.	75
Tabla N° 14.	Peso unitario compactado del agregado fino.	76
Tabla N° 15.	Valores del diseño corregidos por humedad, relación $a/c=0.58$	77
Tabla N° 16.	Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, relación $a/c=0.58$	78
Tabla N° 17.	Valores de diseño corregidos por humedad, relación $a/c=0.63$	80
Tabla N° 18.	Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, relación $a/c=0.63$	81
Tabla N° 19.	Valores de diseño corregidos por humedad, relación $a/c=0.69$	83

Tabla N° 20. Peso unitario de producción y contenido de aire, relación $a/c=0.69$	84
Tabla N° 21. Ensayo de consistencia al concreto cemento – arena.	86
Tabla N° 22. Peso unitario del concreto cemento – arena.	87
Tabla N° 23. Contenido de aire método gravimétrico del concreto cemento – arena.....	89
Tabla N° 24. Temperatura del concreto cemento – arena.	90
Tabla N° 25. Resistencia a la compresión, relación $a/c=0.58$	91
Tabla N° 26. Resistencia a la compresión, relación $a/c=0.63$	92
Tabla N° 27. Resistencia a la compresión, relación $a/c=0.69$	93
Tabla N° 28. Resistencia a la tracción, relación $a/c=0.58$	95
Tabla N° 29. Resistencia a la tracción $a/c=0.63$	96
Tabla N° 30. Resistencia a la tracción, relación $a/c=0.69$	96
Tabla N° 31. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.58$	99
Tabla N° 32. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.63$	99
Tabla N° 33. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.69$	100
Tabla N° 34. Módulo de elasticidad estático del concreto.....	102
Tabla N° 35. Resumen de los ensayos realizados al agregado fino.	108
Tabla N° 36. Resumen de los ensayos al concreto fresco.....	108
Tabla N° 37. Resumen de los ensayos al concreto endurecido.	109

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Cantera en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón.	55
Gráfico N° 02. Curva granulométrica de la muestra N° 01.	67
Gráfico N° 03. Curva granulométrica de la muestra N° 02.	68
Gráfico N° 04. Curva granulométrica de la muestra N° 03.	69
Gráfico N° 05. Composición por peso de un metro cúbico de concreto.....	78
Gráfico N° 06. Composición por volumen de un metro cúbico	79
Gráfico N° 07. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.63.....	81
Gráfico N° 08. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.63.....	82
Gráfico N° 09. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.69.....	84
Gráfico N° 10. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.69.....	85
Gráfico N° 11. Ensayo de consistencia del concreto cemento – arena.....	87
Gráfico N° 12. Ensayo de peso unitario.	88
Gráfico N° 13. Ensayo del contenido de aire por el método gravimétrico.	89
Gráfico N° 14. Ensayo de temperatura del concreto cemento – arena.	90
Gráfico N° 15. Resistencia a la compresión del diseño, relación a/c=0.58.	92
Gráfico N° 16. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.63.	92
Gráfico N° 17. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.69	93
Gráfico N° 18. Resumen de resistencia a la compresión de los diseños realizados.	93
Gráfico N° 19. Progresión de resistencia a compresión.	94
Gráfico N° 20. Resistencia a la tracción, relación a/c=0.58	95

Gráfico N° 21. Resistencia a la tracción, relación $a/c=0.63$	96
Gráfico N° 22. Resistencia a la tracción, relación $a/c=0.69$	97
Gráfico N° 23. Resumen de resistencia a la tracción por compresión diametral.....	97
Gráfico N° 24. Progresión de resistencia a la tracción.	98
Gráfico N° 25. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.58$	99
Gráfico N° 26. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.63$	100
Gráfico N° 27. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.69$	100
Gráfico N° 28. Resumen de resistencia a la flexión en vigas.	101
Gráfico N° 29. Progresión de resistencia a la flexión en vigas.	101
Gráfico N° 30. Resumen de módulo de elasticidad del concreto.	102

Resumen

En Iquitos y mayoría del territorio de la Región Loreto, casi exclusivamente se emplea arenas blancas cuarzosas y arenas grises de los depósitos fluviales. En varias investigaciones se constató que teóricamente esos agregados no son idóneos para la producción de los concretos, sin embargo, no existe ninguna alternativa viable. Por consiguiente, el conocimiento cómo se comportan los agregados de la zona es vital para poder comprender su problemática y buscar posibles soluciones. Práctica ingenieril demuestra que, aunque estos agregados no cumplen con las especificaciones técnicas, si se emplean en la construcción. De manera tal que el objetivo principal de la investigación es conocer las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera fluvial de la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón. Teniendo como problema general, ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera fluvial de la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón?

Inicialmente, se llevaron a cabo los ensayos para determinar las propiedades físicas de los agregados. Luego, se elaboraron los diseños de mezcla para el concreto utilizando tres diferentes relaciones agua/cemento: 0.58, 0.63 y 0.69. Por último, se efectuaron pruebas tanto en el estado fresco como en el endurecido. Los datos recolectados correspondieron a un periodo de 28 días.

Finalmente, del análisis de los resultados de las propiedades del concreto en estado endurecido se observó una tendencia de incremento de resistencia a la compresión a los 28 días de los testigos, la resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.58 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 249, 309 y 333 Kg/cm². Para la relación a/c de 0.63 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 217, 261 y 274 Kg/cm². Y la resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.69 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 173, 222 y 234 Kg/cm². De esto podemos observar que a mayor relación a/c, la resistencia

a la compresión serán menores. Pese a realizar los ensayos con agregado fino marginal se obtuvieron resultados favorables, en cuanto a la producción se observa que podemos obtener agregados aceptables dentro de determinados límites.

Palabras claves: Agregado fino marginal, propiedades mecánicas del concreto, concreto cemento – arena, cemento Portland Tipo GU, resistencia a la compresión del concreto.

Abstract

In Iquitos and most of the territory of the Loreto Region, almost exclusively white quartz sands and gray sands from river deposits are used. In several investigations it was found that theoretically these aggregates are not suitable for the production of concrete, however, there is no viable alternative. Therefore, knowledge of how the aggregates in the area behave is vital in order to understand the problems and seek possible solutions. Engineering practice shows that, although these aggregates do not meet technical specifications, they are used in construction. Therefore, the main objective of the research is to know the physical and mechanical properties of concrete (cement-sand) with fluvial quarry sand from the mouth of the Tigre River in the Marañón River. Having as a general problem, what are the physical and mechanical properties of concrete (cement-sand) with fluvial quarry sand from the mouth of the Tigre River in the Marañón River?

Finally, from the analysis of the results of the properties of the concrete in the hardened state, a trend of increase in compressive strength was observed at 28 days for the cores. The compressive strength obtained for the w/c ratio of 0.58 respectively for 7, 14, and 28 days were the following: 249, 309 and 333 Kg/cm². For the w/c ratio of 0.63 respectively for 7, 14, and 28 days, the results were as follows: 217, 261 and 274 Kg/cm². And the compressive strength obtained for the w/c ratio of 0.69 respectively for 7, 14, and 28 days were as follows: 173, 222 and 234 Kg/cm². From this we can observe that the higher the w/c ratio, the lower the compressive strength. In spite of carrying out the tests with marginal fine aggregate, favorable results were obtained, in terms of production it is observed that we can obtain acceptable aggregates within certain limits.

The first tests to be carried out were those to determine the physical properties of the aggregates; then the mix designs were made for the concrete with three different w/c ratios of 0.58, 0.63 and 0.69; finally, the tests were carried out in the fresh and hardened state. The data obtained were carried out for 28 days.

Keywords: Marginal fine aggregate, mechanical properties of concrete, cement-sand concrete, Type GU Portland cement, compressive strength of concrete.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes del estudio.

A nivel local tenemos los siguientes estudios:

Juan Tenorio y Sergio Acosta (2022) en su trabajo “Estudio comparativo de las propiedades del concreto (cemento-arena): con arena de cantera fluvial – Comunidad Astoria y con arena de cantera cuarzosa – Comunidad Varillal en la Ciudad de Iquitos”, se observa que, de acuerdo con la normativa peruana, los valores del módulo de fineza de ambos agregados no alcanzan el mínimo requerido para su uso en concretos y/o morteros estructurales. La superficie específica de las dos arenas es alta, lo que indica que, al realizar los diseños de mezcla, se requerirá más pasta para cubrir el área superficial. Además, se debe garantizar que los asentamientos del diseño sean los adecuados, ya que una mayor superficie específica resultará en una menor consistencia de la mezcla. Se realizaron análisis químicos de pH, materia orgánica (por ignición), sulfatos, cloruros y sales totales en los agregados utilizados para la fabricación del mortero. En cuanto a las arenas cuarzosas, los resultados están dentro de los límites permitidos para su uso en concretos y morteros. No obstante, debido a los niveles de sulfatos, se recomienda el uso de cemento tipo II o tipo I mejorado (como IPM, Ico, entre otros) para mitigar su efecto. En contraste, las arenas fluviales también cumplen con los parámetros establecidos, aunque presentan valores más elevados de sulfatos y materia orgánica en comparación con las cuarzosas.

El desempeño del mortero con arena fluvial resulta ser inferior al de las canteras cuarzosas cuando se comparan con relaciones agua-cemento equivalentes. Se observa que, a medida que aumenta la relación agua/cemento, el rendimiento también se incrementa. Sin embargo, al

analizar la resistencia a la compresión de los morteros con valores similares, el rendimiento es superior al utilizar arena fluvial.

Respecto al contenido de aire, medido por el método gravimétrico, los resultados revelan que el mortero con arena de cantera fluvial presenta un mayor contenido de aire. Además, en ambos tipos de mortero, a medida que la relación agua/cemento aumenta, el porcentaje de aire atrapado disminuye. No obstante, cuando se compara la resistencia a la compresión de los morteros con valores parecidos, el contenido de aire gravimétrico es el mismo en ambos casos.

En cuanto al análisis con el método Washington, se observa que el contenido de aire es casi idéntico en los dos morteros, y a medida que crece la relación agua/cemento, el porcentaje de aire atrapado también aumenta.

A pesar de que el módulo de fineza de la arena cuarzosa fue de 1.13 y el de la arena fluvial de 1.72, se emplearon 307 litros de agua por metro cúbico de concreto con arena cuarzosa y 312 litros con arena fluvial para lograr los valores de slump entre 3" y 5" en las tres relaciones agua/cemento, obteniendo los resultados esperados en cada mezcla.

La arena cuarzosa presentó un mayor porcentaje de exudación, y en ambos tipos de mortero, el porcentaje de exudación se incrementó con una mayor relación agua/cemento. Los resultados indican que, utilizando ambas canteras de arena y el cemento Inka tipo Ico, se lograron los valores deseados. También se comprobó que la resistencia a la tracción depende directamente de la resistencia a la compresión. En este punto, los autores sugieren que, aunque no se emite una conclusión definitiva sobre la viabilidad de la arena fluvial, el agregado con un módulo de fineza

de 1.73 es adecuado para las condiciones locales, mientras que la arena cuarzosa presentó un módulo de fineza más bajo, con un valor de 1.13.

Por último, al comparar los valores de resistencia a la flexión y el módulo elástico, se observa que, con relaciones agua/cementos similares, el mortero con arena cuarzosa supera al que se elabora con arena fluvial. Sin embargo, cuando se comparan las resistencias a la compresión de los morteros con valores equivalentes, los resultados de resistencia a la tracción, flexión y módulo elástico son más altos con la arena cuarzosa.

Luis Paucarpoma (2020) en su investigación titulada “Propiedades del concreto estructural, obtenido a partir del agregado global natural de canteras de San Lorenzo, Río Marañón, Perú. 2020” llevó a cabo un estudio utilizando el agregado natural extraído de las canteras ubicadas en el río Marañón, específicamente en Puerto Elisa, Municipal Saramiriza, Puerto Bethel y Puerto Gasolina. Para ello, se extrajo aproximadamente 1 tonelada de agregados según lo establecido en la NTP 400.010.

Posteriormente, se realizaron diseños de mezcla preliminares (con tres muestras por cantera) para obtener la resistencia a la compresión (f'_c) a los 7 días, obteniendo solo resultados óptimos para las canteras de Puerto Elisa y Puerto Gasolina, mientras que las canteras de Municipal Saramiriza y Puerto Bethel fueron descartadas debido a que su f'_c fue inferior a 175 kg/cm². Para los diseños de mezcla definitivos, se consideraron dos relaciones agua/cemento y cuatro muestras por diseño, logrando resistencias superiores a 175 kg/cm² a los 28 días en las canteras de Puerto Elisa y Puerto Gasolina. Finalmente, los resultados confirmaron la hipótesis planteada.

El autor concluye que, en la zona del distrito de Manseriche – Saramiriza – Datem del Marañón, es posible extraer los agregados finos y gruesos

necesarios para la producción de concreto en la construcción. La investigación ha demostrado que estos agregados tienen una calidad comparable con los de otras canteras en Perú, y el concreto producido con ellos, utilizando cantidades similares de cemento, alcanza resistencias comparables. Además, la población local ha venido utilizando estos agregados año tras año en la construcción de viviendas, lo que confirma positivamente la hipótesis planteada.

Josiel Vásquez y Juan Reategui (2022) (12) en su investigación titulada “Evaluación del concreto cemento-arena de $f'c=210$ kg/cm² con arena del Río Amazonas, utilizando en la obra "Mejoramiento de la vía de acceso al AA.HH. Ciudad Jardín, AA.HH. ampliación Ciudad y Caserío Cabo López, Distrito de Belén - Maynas – Loreto - 2022” tuvieron como objetivo analizar las características del concreto de cemento-arena, tanto en su estado fresco como endurecido, usando como material agregado la arena proveniente del Río Amazonas, la cual se empleaba en el proyecto mencionado.

El diseño del concreto cemento-arena fue concebido para evaluar el comportamiento de la arena del Río Amazonas, y a su vez, realizar una comparación con el diseño utilizado en la obra como referencia. Este diseño, tomado del expediente técnico de la obra, sirvió de base para un análisis de precios unitarios, el cual se contrastó con un diseño alternativo propuesto por los autores. El objetivo era determinar si el diseño utilizado en la obra era el más adecuado o si se encontraba mal dimensionado, ya sea por exceso o por defecto.

Para las pruebas, se utilizaron probetas de PVC de 4" x 8", que fueron evaluadas a los 7 y 28 días, siguiendo las normativas del COMITÉ 211 del ACI. La resistencia a la compresión fue la principal variable en el estudio, con un valor objetivo de $f'c=210$ kg/cm². Se probaron dos relaciones

agua/cemento (A/C): una de 0.55, que correspondía al diseño utilizado en la obra, y otra de 0.60, propuesta por los investigadores, debido a que el primer diseño excedía la resistencia requerida. Los resultados mostraron que la relación A/C de 0.60 era la más efectiva, ya que lograba la resistencia necesaria utilizando menor cantidad de cemento, lo que supondría un ahorro considerable en el contexto de la magnitud de la obra. Se concluyó que la arena fluvial del Río Amazonas es adecuada para la producción de concreto cemento-arena con una resistencia de $f'c=210$ kg/cm² y una relación agua/cemento de 0.60.

David Dávila y Eric Vargas (2006), en su estudio titulado “Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento - arena, utilizando agregado fino de la cantera bocanegra del sector de Peña Negra, Distrito de San Juan Bautista”, determinaron las proporciones de agua/cemento (a/c) para los diseños de mezcla con el fin de obtener datos que sean precisos o cercanos a la resistencia deseada ($f'c$). Las proporciones de a/c para resistencias de 280, 245, 210 y 175 kg/cm² fueron: 0.55, 0.58, 0.61 y 0.64, respectivamente. En cuanto al cemento, las cantidades necesarias por metro cúbico de concreto fueron de 13.3 (a/c=0.55), 12.6 (a/c=0.58), 12 (a/c=0.61) y 11.4 (a/c=0.64) bolsas, bajo condiciones de laboratorio. Esto posibilita la adición de un margen de seguridad que garantiza su uso en obra sin sobredimensionar los componentes del concreto.

El módulo de elasticidad, como se discutió previamente, varía debido a varios factores, especialmente la resistencia del concreto, la edad de este, la relación entre el agregado y el cemento, así como el tipo de módulo de elasticidad que se defina (tangente, inicial o secante). Además, el módulo podría cambiar según la velocidad de aplicación de la carga y el tipo de muestra o probeta. Por lo tanto, es casi imposible predecir con exactitud el valor del módulo de elasticidad para un concreto específico.

El modelo matemático aproximado para el módulo de elasticidad del concreto cemento-arena, generado al corresponder los resultados de las pruebas de deformación unitaria en probetas cilíndricas con la resistencia a la compresión especificada (f'_c), y considerando las particularidades de los componentes mencionados en la investigación, se expresa como: $E_c = 10074 \sqrt{f'_c}$. Esta fórmula puede ser utilizada para comparar el comportamiento elástico de concretos cemento-arena de arena cuarzosa y arena fluvial en posteriores investigaciones. Este modelo matemático es aplicable a los concretos cemento-arena cuyas propiedades de componentes sean parecidas a las de la presente investigación.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Concreto

Material elaborado de manera artificial, compuesto principalmente por dos elementos: agregados y pasta. La pasta, que resulta de la interacción química entre el material cementante y el agua, se encuentra formada por cemento portland y agua. Esta mezcla actúa como el agente que une los agregados pétreos, tanto finos (arena) como gruesos (piedra chancada), los cuales conforman la estructura principal del material. Al endurecerse, esta combinación da lugar a una roca artificial (Ríos, 2011). La pasta constituye la fase continua en el concreto, mientras que los agregados representan la fase discontinua, ya que no están completamente unidos ni en contacto directo, sino separados por distintas capas de pasta endurecida. Según la Norma E.060 Concreto Armado, el concreto se define como una mezcla de cemento portland o cualquier cemento hidráulico, agregados finos, agregados gruesos y agua, pudiendo incluir o no aditivos.

La tecnología contemporánea del concreto identifica cuatro componentes esenciales: cemento, agua, agregados y aditivos, que funcionan como

elementos activos, mientras que el aire se considera un componente pasivo (Pasquel, 1998).

Aunque en las definiciones tradicionales los aditivos eran clasificados como opcionales, en la práctica actual son considerados un ingrediente habitual. Esto se debe a que estudios científicos han demostrado su efectividad para optimizar características como la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad. Además, su uso representa una opción más rentable a largo plazo, dado que permite reducir costos relacionados con mano de obra, equipos de colocación y compactación, mantenimiento, reparaciones e incluso el consumo de cemento.

De acuerdo con González (2002), la calidad del concreto está determinada por las propiedades de la pasta, del agregado y por la interacción eficaz entre ambos. En un concreto correctamente elaborado, cada partícula de agregado se encuentra completamente recubierta por la pasta, y todos los espacios vacíos entre las partículas del agregado son rellenados de manera íntegra con esta pasta.

En términos generales, las proporciones en volumen absoluto de los componentes del concreto se distribuyen de la siguiente manera: aditivos entre un 0,1% y un 2,5%; aire entre un 1% y un 3%; cemento entre un 7% y un 15%; agua entre un 15% y un 22%; y los agregados ocupan entre un 60% y un 75% (Sánchez Zárate, 2017).

1.2.2. Cemento

La norma E 060 de Estructuras Concreto Armado del año 2009 describe al cemento Portland como un material elaborado a partir de la molienda del clinker Portland, al que se le puede añadir sulfato de calcio y otros productos adicionales, siempre que estos no superen el

1% del peso total y que su inclusión esté avalada por las normativas respectivas, garantizando que no afecten las propiedades finales del cemento. Dichos aditivos deben ser molidos junto con el clínker. Al combinar el cemento con una cantidad adecuada de agua, se forma una pasta cohesiva que tiene la capacidad de endurecer tanto en contacto con el aire como bajo el agua.

Según Ari (2002), “En 1929, como resultado de varias investigaciones experimentales, el químico R. H. Bogue formuló ecuaciones que permiten calcular los componentes del cemento basándose en el porcentaje de óxidos presentes. Estas fórmulas fueron adoptadas como estándar por la norma ASTM C150, proporcionando una herramienta práctica para predecir el comportamiento potencial de cualquier cemento Portland estándar no mezclado.” Los cementos que cumplan con la normativa ASTM C-150 son aptos para la producción de concreto. Esta norma clasifica los cementos en los siguientes tipos:

Tipo I: Conocido como cemento Portland común, es el más utilizado comercialmente y se emplea en obras donde no se exigen propiedades especiales.

Tipo II: Ofrece resistencia moderada a los sulfatos y un calor de hidratación controlado. Es ideal para estructuras en ambientes agresivos o para vaciados de gran volumen.

Tipo III: Se caracteriza por su rápido desarrollo de resistencia y elevado calor de hidratación, recomendado para climas fríos o proyectos que demandan una rápida puesta en servicio.

Tipo IV: Diseñado para generar bajo calor de hidratación, se usa principalmente en concretos masivos.

Tipo V: Proporciona alta resistencia a los sulfatos y es indispensable en condiciones de ambientes altamente agresivos.

En esta investigación se empleará cemento APU Tipo GU, cuyas características específicas se presentan en la Tabla N° 01.

Tabla N° 01. Propiedades del cemento APU Tipo GU.

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	m ² /kg	366	No específica
Densidad	g/ml	3.03	No específica
Resistencia a la compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	285	Mínimo 133
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	334	Mínimo 204
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	385	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

Fuente: Ficha técnica del cemento APU Tipo GU

Las propiedades del cemento Tipo GU están establecidas en la norma ASTM C1157, titulada “Especificación de Desempeño Estándar para Cementos Hidráulicos.” Por otro lado, la normativa ASTM C150 impone requisitos estrictos en relación con la composición química de cada tipo de cemento.

La norma ASTM C1157 clasifica los cementos hidráulicos en los siguientes tipos:

Tipo GU: Cemento de uso general, sin atributos específicos.

Tipo HE: Cemento con alta resistencia inicial.

Tipo MS: Cemento con resistencia moderada a los sulfatos.

Tipo HS: Cemento con alta resistencia frente a los sulfatos.

Tipo MH: Cemento de calor de hidratación moderado.

Tipo LH: Cemento de bajo calor de hidratación.

El cemento APU pertenece a la categoría de uso general (Tipo GU) y, aunque su comportamiento es similar al Tipo I de la norma ASTM C150, su composición química presenta diferencias significativas.

1.2.3. Agregados.

Los agregados, también conocidos como áridos o materiales inertes, son definidos como un conjunto de partículas, ya sean de origen natural o artificial, que pueden ser procesadas o tratadas y cuyas dimensiones se encuentran dentro de los rangos establecidos por la Norma Técnica Peruana 400.011. Estos materiales conforman aproximadamente tres cuartas partes del volumen total del concreto, por lo que resulta crucial analizar su origen, considerando el tipo de roca madre y sus principales propiedades físicas y químicas, dado que estas afectan directamente la calidad del concreto (Ari, 2002).

Las características físicas más relevantes de los agregados incluyen el peso unitario, el peso específico, el contenido de humedad, la porosidad y la distribución granulométrica de las partículas, conocida como granulometría, así como el módulo de fineza. Para evaluar estas propiedades, existen ensayos de laboratorio estandarizados que permiten compararlas con valores de referencia normativos o establecerlas en los diseños de mezcla de concreto (Chávez y Pinchi, 2015).

De acuerdo con (Rivva, 2007), la granulometría es un aspecto esencial en la elaboración del concreto, ya que guarda relación con la trabajabilidad del

material en estado fresco y con propiedades clave del concreto endurecido, como su resistencia a la compresión y su módulo de elasticidad.

El muestreo de los agregados, una operación crucial en el control de calidad se lleva a cabo siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica NTP 400.010, que es congruente con la Norma ASTM C 702.

1.2.3.1. Agregado fino.

El agregado fino se describe como el material derivado de la desintegración, ya sea natural o artificial de las rocas, caracterizado por pasar a través del tamiz de 3/8" (9.51 mm) y quedar retenido en el tamiz N° 200 (74 μ m), conforme a lo establecido en la Norma Técnica Peruana 400.011. En el caso de un agregado procesado, el tamaño máximo nominal se define como la malla más pequeña en la que se presenta el primer retenido.

1.2.3.1.1. Características del agregado fino.

1.2.3.1.1.1. Peso Unitario o peso aparente (NTP 400.017), (ASTM C – 29).

El peso unitario se refiere a la masa que ocupa un volumen determinado, expresada en kg/m³. Este valor está influenciado por características inherentes de los agregados, como su forma, tamaño, distribución granulométrica y nivel de humedad, así como por factores externos, entre ellos, el grado de compactación aplicado, la proporción entre el tamaño máximo del agregado y el volumen del recipiente, y el método de consolidación utilizado. Para calcularlo, se emplea un recipiente metálico cuyo volumen se conoce, que se llena con el

agregado; luego, el peso del material se divide por el volumen del recipiente, obteniéndose así el peso unitario del agregado.

El recipiente considera ciertas especificaciones esenciales:

Tiene que estar fabricado en material metálico, presentar una forma cilíndrica y, preferentemente, disponer de asas que faciliten su manipulación. Asimismo, necesita ser completamente impermeable, con una base y un borde superior que sean lisos, nivelados y lo suficientemente rígidos para evitar deformaciones bajo condiciones laborales exigentes. En el caso de recipientes con capacidad de entre 15 y 30 litros, es imprescindible que estén reforzados en el borde con una banda de acero de 40 mm de ancho. La capacidad del recipiente seleccionado para el ensayo estará determinada directamente por el tamaño máximo de las partículas del agregado que se evaluarán. El borde superior tendrá que mantenerse plano y nivelado dentro de un margen de 0,25 mm, además de ser paralelo a la base con una tolerancia de hasta el 0,5%. Por último, las paredes interiores deben ser continuas, perfectamente lisas y libres de irregularidades o defectos.

La calibración del recipiente se realiza de la siguiente forma:

El recipiente se llena con agua a temperatura ambiente y se cubre con una placa de vidrio de manera que permita la eliminación total de las burbujas de aire. Posteriormente, se determina el peso del agua. Se mide la temperatura del agua y, a partir de la tabla correspondiente de la norma ASTM C-29, se obtiene su peso específico, realizando una interpolación si es necesario.

El volumen, V, del recipiente de medición se calcula dividiendo el peso necesario para llenar el recipiente entre su peso específico. De forma alternativa, se puede calcular el factor de la medida ($f = 1/V$) dividiendo el peso específico del agua entre el peso necesario para llenar el recipiente.

El cálculo del peso unitario se realiza empleando las siguientes fórmulas:

$$P.U. = \frac{G-T}{V} \quad \text{ó} \quad P.U. = (G - T) * f$$

Donde:

$P.U.$ = Peso unitario del agregado (kg/m³)

G = Peso del agregado más peso del recipiente de medida (kg)

T = Peso del recipiente de medida (kg)

V = Volumen del recipiente de medida (m³)

f = Factor del recipiente de medida (1/m³)

$$\% \text{ de vacíos} = \frac{(A \times T) - P.U.}{A \times W}$$

Donde:

$P.U.$ = Peso unitario del agregado (kg/m³)

A = Gravedad específica aparente determinada según Norma ASTM C-127 o C-128

W = Peso específico del agua (kg/m³)

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

Este valor se refiere al peso unitario obtenido al llenar el recipiente con el agregado en una sola capa, sin aplicar ninguna presión ni compactación sobre el material. En este caso, el agregado se deposita de manera libre y suelta, lo que refleja su densidad en su estado más disperso. Este procedimiento permite evaluar el volumen que ocupa el material sin ningún esfuerzo para reducir su espacio.

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

Se define como el peso unitario que se determina cuando se ejerce una presión o compactación sobre el agregado al llenar el recipiente en tres capas sucesivas. Cada capa se compacta dando 25 golpes con una varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud, con un extremo redondeado. Esta técnica simula las condiciones bajo las cuales el material se encuentra en una estructura compactada, tal como en una obra de construcción.

1.2.3.1.1.2. Peso específico y absorción (NTP 400.022), (ASTM C-128)

Es la proporción entre el peso de un material y el espacio que ocupa. A diferencia del peso unitario, esta medida no considera el volumen ocupado por los vacíos dentro del material. Este valor es crucial al momento de realizar la dosificación de la mezcla, así como para garantizar que el agregado sea adecuado y cumpla con los estándares de peso convencional.

De acuerdo con (ARI, 2002), en esta definición se consideran tres relaciones que deben aplicarse:

- a. Densidad de la masa: Proporción entre el peso de la masa del agregado y el volumen completo (que incluye tanto los poros

permeables como los impermeables presentes de manera natural en el material).

- b. Densidad de la masa saturada superficialmente seca: Relación entre el peso de la masa del agregado que ha sido saturado superficialmente y su volumen total.
- c. Densidad de la masa aparente: Proporción entre el peso de la masa del agregado y el volumen de la masa que es impermeable.

La capacidad de absorción del agregado se define como la diferencia entre el peso del agregado fino en su estado superficialmente seco y el peso del material una vez secado en horno a temperaturas de 100 a 110°C, siendo este valor dividido por el peso seco y multiplicado por 100.

Desde el punto de vista físico, esta propiedad se refiere a la habilidad del agregado fino para captar el agua al entrar en contacto con él. De forma similar al contenido de humedad, esta característica tiene un impacto directo en la cantidad de agua que se necesita para la relación agua/cemento en la mezcla de concreto.

El proceso para realizar la prueba se muestra a continuación:

Una vez que se haya homogenizado adecuadamente la muestra y se haya retirado el material superior a 4.75 mm (tamiz N° 4), se selecciona aproximadamente 1 kg de muestra utilizando el método de cuarteo. Esta muestra se seca en un horno a una temperatura de 100-110 °C y se deja enfriar al aire a temperatura ambiente durante un período de 1 a 3 horas. Después de enfriarla, se pesa y se repite el proceso de secado hasta alcanzar un peso constante. Posteriormente, la muestra se sumerge completamente en agua y se deja en esta condición durante 24 ± 4 horas. Si los valores de peso específico y absorción

se van a utilizar para mezclas de concreto hidráulico en las que los agregados se emplean típicamente en estado húmedo, se puede omitir el secado previo hasta obtener peso constante. Asimismo, si los agregados han sido mantenidos con su superficie húmeda, se puede obviar el periodo de inmersión de 24 horas. Si se omite el secado previo, los resultados obtenidos para la absorción y el peso específico saturado con superficie seca pueden ser considerablemente más altos, por lo que cualquier modificación en el procedimiento debe ser registrada en los resultados obtenidos.

Una vez cumplido el tiempo de inmersión, se elimina cuidadosamente el agua para evitar la pérdida de partículas finas, extendiendo la muestra sobre una bandeja. Se comienza el proceso de desecado de las partículas, dirigiendo una corriente moderada de aire caliente sobre ellas, agitando continuamente para asegurar un secado uniforme, y continuando hasta que las partículas puedan moverse libremente.

Para verificar el punto de desecación, cuando se observe que las partículas se acercan a la condición de superficie seca, se coloca el molde cónico con el diámetro mayor apoyado en una superficie plana no absorbente. Se vierte la muestra dentro del molde, sin apelmazar, usando un embudo, y se apisona ligeramente con 25 golpes de la varilla. Luego, se levanta cuidadosamente el molde de manera vertical. Si las partículas aún tienen exceso de humedad, el agregado mantendrá la forma original del cono. En ese caso, se debe seguir agitando y secando la muestra, repitiendo la prueba del cono hasta que se observe el primer desmoronamiento superficial, lo que indica que el agregado ha alcanzado la condición de superficie seca. Este procedimiento solo es aplicable cuando el desmoronamiento no se presenta en la primera prueba, lo cual indicaría inseguridad en el estado de humedad superficial. En este caso, se agregan algunos centímetros cúbicos de agua al agregado, se mezcla completamente y se deja reposar cubierto para evitar la evaporación durante aproximadamente 30 minutos. Luego, se repiten el secado y las pruebas del cono hasta que se confirme el estado correcto de saturado con superficie seca.

Una vez alcanzado el estado de saturación superficialmente seco, el agregado fino se coloca en el picnómetro previamente calibrado. Se añade agua hasta llenar aproximadamente un 90% de su capacidad. Para eliminar el aire atrapado, el picnómetro se rueda sobre una superficie plana, o se agita si es necesario. Posteriormente, se introduce el picnómetro en un baño de agua a una temperatura de entre 21° y 25°C durante una hora. Después de este tiempo, se nivela el agua a la misma temperatura, se retira el picnómetro del baño, se seca su superficie rápidamente y se determina su peso total (picnómetro, muestra y agua) con una precisión de 0.1 g.

Luego, el agregado fino se extrae del picnómetro y se seca en el horno a 100-110 °C hasta alcanzar peso constante. Tras enfriarlo al aire a temperatura ambiente durante 1 a 1.5 horas, se determina finalmente su peso seco. Si no se conoce, el peso del picnómetro lleno de agua hasta el nivel de enrase se determinará sumergiéndolo en un baño de agua a la temperatura de ensayo.

Los resultados obtenidos en el ensayo se determinan de la siguiente manera:

$$\text{Gravedad específica (secado en horno)} = \frac{A}{B + S - C}$$

$$\text{Gravedad específica (S.S.S. Saturado Superficialmente Seco)} = \frac{S}{B + S - C}$$

$$\text{Gravedad específica aparente} = \frac{A}{B + A - C}$$

$$\text{Absorción} = \frac{S - A}{A} * 100\%$$

Donde:

A = Peso al aire de la muestra completamente seca (gr)

B = Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)

C = Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)

S = Peso de la muestra saturada, con superficie seca (gr)

Pesos específicos se calcula multiplicado gravedades específicas por peso específico del agua, que tomamos como 1 gr/cm³.

1.2.3.1.1.3. Granulometría del agregado fino (NTP 400.012) (ASTM C – 136)

Ésta se refiere a la distribución de las partículas de arena. El análisis granulométrico divide la muestra en fracciones de granos de arena del mismo tamaño, según la abertura de los tamices utilizados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y la 200.

Hace referencia a la distribución de las partículas de arena. El análisis de la granulometría segmenta la muestra en diferentes fracciones de arena con partículas de tamaño uniforme, basándose en los tamices empleados: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.

La excelencia del concreto depende fundamentalmente de las características del mortero, siendo especialmente relevantes la granulometría y otras propiedades de la arena. Como no se puede alterar la granulometría de la arena, a diferencia del agregado grueso, que puede ser cribado y almacenado por separado con facilidad, la principal atención se dirige hacia la verificación de su homogeneidad (Ari, 2002).

El proceso del análisis se lleva a cabo de la siguiente manera:

Se escoge un conjunto de tamices con tamaños apropiados que cumplan con las especificaciones del material a analizar. Los tamices se organizan en orden descendente, según el tamaño de sus aberturas. La operación de tamizado puede realizarse manualmente o mediante un tamizador automático, durante un tiempo adecuado.

En ningún caso se debe exceder el peso máximo que pueda causar deformaciones permanentes en la malla del tamiz.

El proceso de tamizado continúa durante el tiempo necesario hasta que, al finalizar, no pase más del 1% del peso total retenido en cada tamiz, después de un minuto de tamizado continuo manual. Para llevar a cabo este proceso, se debe tomar cada tamiz, junto con su tapa y fondo que se ajusten perfectamente, y sostenerlo ligeramente inclinado. Se golpea el lateral del tamiz con movimientos ascendentes contra la palma de la mano a un ritmo de 150 golpes por minuto, girando el tamiz aproximadamente 1/6 de vuelta cada 25 golpes. El tamizado se considera satisfactorio para materiales mayores a 4.75 mm (tamiz N° 4) cuando las partículas en la malla forman una capa uniforme. En el caso de que el tamaño de los tamices haga imposible el movimiento recomendado, se utilizan tamices de 203 mm (8") de diámetro para verificar la eficacia del tamizado.

Se determina el porcentaje que pasa, el porcentaje total que queda retenido, o el porcentaje de las diferentes fracciones según su tamaño, con una precisión de 0.1%, basado en el peso total de la muestra inicial seca.

Se calcula el módulo de finura sumando los porcentajes acumulados de las fracciones retenidas en cada uno de los tamices, y dividiendo el total entre 100. Los tamices a considerar son: (N° 100), (N° 50), (N° 30), (N° 16), (N° 8), (N° 4), (3/8"), (3/4"), (1 1/2"), (3").

Módulo de Fineza:

El índice aproximado que refleja el tamaño medio de las partículas en la muestra de arena se utiliza para evaluar la uniformidad de los agregados. Este índice se obtiene al sumar los porcentajes acumulados retenidos en las mallas: N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y luego dividir el total por 100.

De acuerdo con la norma ASTM C-33, el Módulo de Finura de la arena no debe ser inferior a 2.3 ni superar 3.1.

Superficie Específica:

Se entiende como la totalización de las áreas superficiales de las partículas del agregado fino por cada unidad de peso. Para su cálculo, se realizan dos suposiciones: que todas las partículas tienen forma esférica y que el tamaño promedio de las partículas que atraviesan un tamiz y quedan retenidas en el siguiente es equivalente al promedio de las aberturas de estos tamices.

Para obtener este valor, se utiliza la fórmula siguiente:

$$Se = \frac{0.06}{\gamma} \sum_{i=1}^n \frac{P_i}{d_i}$$

Donde:

Se = Superficie específica (cm²/gr)

P_i = Porcentaje retenido en el tamiz i

d_i = Diámetro de las partículas retenidas en el tamiz i (cm)

γ = Peso específico del agregado

1.2.3.1.1.4. Material más fino que la malla N° 200.

Es un material compuesto por arcilla y limo, que se presenta ya sea como una capa que recubre el agregado grueso o en forma de partículas sueltas mezcladas con la arena. En el primer caso, disminuye la adherencia entre el agregado y la pasta, y en el segundo, incrementa la necesidad de agua en la mezcla. Este ensayo permite determinar, en términos porcentuales, la cantidad de materiales finos presentes en el agregado.

La muestra de ensayo se seca a una temperatura máxima de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar peso constante, y luego se pesa con una precisión de 0.1%.

Una vez que la muestra se ha secado y pesado, se coloca en el recipiente correspondiente y se agrega suficiente agua para cubrirla completamente. Luego, se agita enérgicamente el contenido, y enseguida se vierte sobre el conjunto de tamices previamente dispuesto. El uso de una cuchara grande para mezclar la muestra en el agua se considera adecuado.

La agitación debe ser lo suficientemente vigorosa como para conseguir la separación completa de las partículas más finas que el tamiz de 75 mm (N° 200), y permitir que el material fino se suspenda en el agua, facilitando su remoción por decantación. Es esencial evitar que las partículas más gruesas sean arrastradas durante este proceso. Este procedimiento se repite hasta que el agua de lavado se aclare completamente.

Una vez realizado el lavado, todo el material retenido en los tamices se reincorpora a la muestra. El agregado lavado se seca hasta que se estabilice el peso a una temperatura que no supere los $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, y se determina con una precisión de 0.1% respecto al peso de la muestra.

Finalmente, se obtiene el porcentaje de material que pasa a través del tamiz de 75 mm (N° 200) mediante lavado, siguiendo el siguiente método:

$$A = \frac{B - C}{C} * 100$$

Donde:

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz de 75 mm (N° 200) por lavado.

B = Peso original de la muestra seca (gr)

C = Peso de la muestra seca, después de lavada (gr)

1.2.4. Agua

El agua desempeña un papel crucial en la activación del cemento y en el desarrollo de sus propiedades. En la mezcla de concreto, su función esencial es reaccionar con el cemento para permitir su hidratación, actuar como lubricante para mejorar la manejabilidad de la mezcla, y crear la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación puedan formarse correctamente. Así, la cantidad de agua que se utiliza en la mezcla normalmente es mayor de la necesaria para la hidratación del cemento, ya que también influye en la trabajabilidad del concreto.

Para que cumpla su función adecuadamente, el agua debe satisfacer ciertos requisitos que faciliten la reacción química sin causar efectos secundarios no deseados. Uno de los principales problemas asociados al agua de mezcla son las impurezas que esta puede contener, ya que pueden inducir reacciones químicas que afectan el comportamiento normal de la pasta de cemento. Las consecuencias más perjudiciales de las impurezas incluyen: retraso en el endurecimiento, disminución de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, corrosión del acero, y alteraciones en el volumen del concreto.

Se ha comprobado experimentalmente que el uso de aguas con niveles elevados de cloruros, sulfatos y carbonatos (superiores a 5000 ppm) puede reducir la resistencia del concreto en hasta un 30% en comparación con el concreto elaborado con agua pura. De igual manera, cuando los carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio superan los 1000 ppm, pueden afectar el tiempo de fraguado, ya sea acelerando o retrasando el proceso. En tales situaciones, es recomendable realizar pruebas para determinar el tiempo de fraguado, ya que estas condiciones también pueden aumentar las reacciones álcali-sílice en los agregados.

1.2.5. Diseño de mezcla

El procedimiento en el que influyen las relaciones entre arena/piedra y agua/cemento requiere contar con información precisa sobre las características de los agregados finos y gruesos, tales como: la granulometría, el peso específico, el contenido de humedad, el porcentaje de absorción, el peso unitario suelto, el peso unitario compactado, el módulo de finura y el tamaño nominal máximo del agregado grueso.

Para obtener las proporciones adecuadas de los componentes en una mezcla de concreto, es necesario seguir una serie de pasos. Existen diferentes enfoques recomendados para este propósito, como los métodos analíticos, experimentales, semi analíticos y empíricos. En esta investigación, se tiene la intención de basar el diseño de las mezclas de concreto en el método ACI (American Concrete Institute), complementado con los conocimientos y la experiencia del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayo de Materiales de la Universidad Científica del Perú, particularmente en el campo del concreto cemento-arena. El principio clave de este método es la relación agua/cemento desarrollado por Abrams, la cual establece una secuencia de acciones para determinar las cantidades de cada material, tanto en peso como en volumen, para producir 1 m³ de concreto.

1.2.6. Propiedades del concreto en estado fresco.

1.2.6.1. Peso unitario, rendimiento y contenido de aire (gravimétrico) del concreto (NTP 339.049) (ASTM C – 138)

Es el peso varillado por unidad de volumen de una muestra representativa de concreto. Se expresa en kg/m³. Depende del tipo de agregado empleado, resultando de ello concretos livianos, normales y pesados, cuando el peso unitario está entre 400 a 1700, 1800 a 2500 y mayor de 2500 kg/m³, respectivamente. Se emplea principalmente para comprobar el rendimiento de la mezcla, al comparar el peso unitario del diseño con el real de obra.

El objetivo de este ensayo es determinar el peso unitario del concreto recién preparado. Para ello, se emplean fórmulas que calculan el rendimiento, el contenido de cemento por volumen y la proporción de aire en el concreto. El rendimiento se define como el volumen total de concreto obtenido a partir de una mezcla con proporciones conocidas de sus componentes. Se utiliza un recipiente con volumen conocido, al que se le añade la mezcla de concreto, pesándola posteriormente para obtener el peso total.

La calibración del recipiente se realiza de forma similar al ensayo de peso unitario de los agregados. Primero, se llena el recipiente con agua a temperatura ambiente y se cubre con una placa de vidrio para evitar la entrada de aire. Posteriormente, se mide el peso del agua y su temperatura, determinando su peso específico a partir de las tablas de la norma ASTM C-29, realizando la interpolación si es necesario. El volumen del recipiente (V_m) se obtiene dividiendo el peso requerido para llenarlo entre su peso específico.

Alternativamente, se puede calcular el factor de medida ($f = 1/V_m$) dividiendo el peso específico del agua entre el peso necesario para llenar el recipiente.

Para el concreto, se procede a introducirlo en el medidor en tres capas de aproximadamente el mismo volumen. Cada capa se compacta con la varilla, aplicando 25 golpes si el volumen del medidor es de 14 L (0.5 pies³) o 50 golpes si el volumen es de 28 L (1 pie³). Los golpes deben atravesar toda la capa, sin impactar excesivamente el fondo del medidor. En las capas superior y media, los golpes deben penetrar unos 25 mm (1") en la capa inferior.

Tras la compactación de cada capa, se golpean los costados del medidor entre 10 y 15 veces para eliminar las burbujas de aire atrapadas. La capa final se añade cuidadosamente para evitar sobrellenar el medidor.

Una vez completada la compactación, el medidor no debe mostrar ni exceso ni falta significativa de concreto. Un exceso de hasta 3 mm (1/8") sobre el borde del molde es considerado óptimo. Si hay deficiencia, se añade una pequeña cantidad de concreto. Si hay un gran exceso, se retira una porción representativa con una paleta antes de enrasar.

El enrasado final se realiza con una placa enrasadora, presionando sobre la superficie para nivelarla, y moviendo la placa con un movimiento de sierra para obtener un acabado uniforme. Se continúa enrasando hasta cubrir toda la superficie del medidor.

Finalmente, se limpia el exceso de concreto en el exterior del medidor y se pesa la masa de concreto en su interior.

El peso unitario se calcula restando el peso del medidor vacío (W_m) del peso total (W_c), y dividiendo el peso neto del concreto entre el volumen del medidor (V_m).

$$W = \frac{W_c - W_m}{V_m}$$

Rendimientos. Se calcula el rendimiento como sigue:

Rendimiento:

$$\gamma(m^3) = \frac{W_1}{W}$$

Rendimiento relativo. Es la relación entre el volumen real del concreto obtenido y el volumen tal como fue diseñado para la bachada, calculado como sigue:

$$\gamma_1(m^3) = \frac{\gamma_1}{\gamma_d}$$

Un valor de R_γ superior a 1.00 indica un exceso del concreto que está siendo producido mientras que el valor menor indica que la bachada es "pequeña" para su volumen de diseño.

Contenido de cemento. Se calcula el contenido de cemento real de la siguiente forma:

$$N = \frac{N_t}{\gamma}$$

Contenido de aire. Se calcula su valor de la manera siguiente:

$$A = \left(\frac{Y-V}{Y} \right) * 100 \text{ ó } A = \left(\frac{T-W}{T} \right) * 100$$

Donde:

A = Contenido de aire (porcentaje de vacíos) en el concreto.

N = Contenido real de cemento (kg/m³)

N_t = Peso del cemento en la bachada (kg)

R_y = Rendimiento relativo

T = Peso unitario teórico del concreto, suponiendo la no presencia de aire (kg/m³)

V = Volumen total absoluto de los ingredientes (sin aire atrapado) que componen la bachada (m³)

W = Peso unitario del concreto (kg/m³)

W_1 = Peso total de los materiales de la bachada (kg)

Y_d = Volumen de concreto que, por diseño, debería producir la bachada (m³)

1.2.6.2. Consistencia (Asentamiento o Slump): (NTP 339.035) (ASTM C – 143)

La propiedad que describe la fluidez del concreto fresco es su habilidad para adaptarse fácilmente al molde o encofrado, permaneciendo uniforme y con la menor cantidad de vacíos posible. Esta característica varía principalmente según la cantidad de agua incorporada a la mezcla. En un concreto correctamente dosificado, la cantidad de agua necesaria para conseguir un asentamiento determinado depende de varios factores. Con agregados que tienen forma angular y una textura rugosa, se necesita más agua, mientras que, con agregados más grandes, el contenido de agua disminuye. El procedimiento que se utiliza para medir esta fluidez del concreto se denomina ensayo de asentamiento o "slump test", el cual consiste en compactar una muestra de concreto fresco dentro de un molde cónico (cono de Abrams) y luego medir la cantidad de asentamiento después de retirar el molde (Ari, 2002).

Primero, se debe humedecer el molde y colocarlo sobre una superficie rígida, plana, húmeda y no absorbente. Este debe fijarse firmemente en su lugar, generalmente con los pies, y llenarse con la mezcla de concreto en tres capas, cada una ocupando aproximadamente un tercio del volumen total del molde. Un tercio del volumen del molde equivale a cerca de 65 mm de altura, y dos tercios equivalen a 155 mm.

Cada capa se debe compactar con 25 golpes distribuidos uniformemente por toda su sección transversal. Para la capa inferior, se debe inclinar ligeramente la varilla, comenzando los golpes en el perímetro y luego, con golpes verticales en espiral, avanzar hacia el centro. Es importante que cada capa se compacte completamente en todo su espesor, y las capas intermedia y superior se compactan de manera que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior.

Al añadir la capa superior, se debe asegurarse de que haya una ligera acumulación de concreto sobre el borde del molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde, se debe añadir más concreto para que siempre haya material sobre el molde. Una vez compactada la última capa, se alisa la superficie del concreto hasta nivelarla con el borde del molde. El molde debe retirarse de manera cuidadosa, levantándolo verticalmente.

Este levantamiento del molde debe realizarse en un intervalo de entre 5 y 10 segundos, moviéndolo de forma uniforme y vertical, sin que se genere movimiento lateral o torsión en el concreto.

Todo el proceso, desde el inicio del llenado del molde hasta que se retira, debe realizarse de manera continua en un tiempo máximo de 2 minutos y 30 segundos. El ensayo debe iniciarse no más tarde de 5 minutos después de tomar la muestra.

Después de retirar el molde, se mide el asentamiento, calculando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida en el centro de la base superior del espécimen.

Si se observa un colapso significativo o desprendimiento del concreto hacia un lado, se debe repetir el ensayo con otra porción de la muestra. Si dos ensayos consecutivos muestran este resultado, es probable que el concreto carezca de la plasticidad y cohesión necesarias para que el ensayo sea válido.

Finalmente, se debe registrar el asentamiento del espécimen con una precisión de medio centímetro o un cuarto de pulgada.

1.2.6.3. Temperatura del concreto: (NTP 339.184) (ASTM C – 1064)

Este procedimiento implica medir la temperatura del concreto recién preparado. La temperatura de la mezcla afecta directamente la velocidad de hidratación del concreto. A medida que la temperatura aumenta, la reacción entre el cemento y el agua se acelera. La hidratación temprana provocada por temperaturas elevadas genera un aumento adicional de la temperatura, lo que podría ocasionar problemas como una excesiva contracción y secado del concreto.

El proceso consiste en insertar un termómetro en la muestra de concreto de manera que quede rodeado por la mezcla en al menos tres pulgadas de profundidad, alejándose del recipiente que lo contiene. El tiempo mínimo para obtener una medición precisa es de 2 minutos o hasta que la lectura se estabilice. Este ensayo debe realizarse dentro de los primeros 5 minutos después de tomar la muestra.

1.2.7. Propiedades del concreto endurecido

1.2.7.1. Resistencia a la compresión: (NTP 339.034) (ASTM C – 39)

Es la habilidad para resistir cargas y esfuerzos de compresión, lo cual depende fundamentalmente de la concentración de la pasta de cemento, expresada a través de la relación agua/cemento en peso. Además, esta propiedad mecánica está influenciada por los mismos factores que afectan las características de resistencia de la pasta, como la temperatura y el tiempo, junto con un factor adicional: la calidad de los agregados que forman parte de la estructura del concreto. El curado, como fase complementaria del proceso de hidratación, es crucial para el desarrollo de las propiedades del concreto.

No se debe realizar el ensayo en muestras cuyos diámetros individuales de un cilindro difieran entre sí por más del 2%.

Las muestras a ser sometidas a compresión no deben presentar una inclinación del eje mayor a 0.51, lo que equivale a 3 mm en un cilindro de 300 mm aproximadamente. En caso de que el extremo de la muestra no sea plano, se debe realizar un refrentado (capping) según lo establecido en la norma correspondiente. El diámetro utilizado para calcular el área de la sección transversal de la muestra debe ser medido con una precisión de 0.25 mm (0.01"), tomando el promedio de dos diámetros medidos en ángulo recto uno respecto al otro, en la mitad del espécimen.

El ensayo de compresión de muestras curadas en agua debe realizarse de inmediato después de que estas sean retiradas del lugar de curado.

La muestra debe mantenerse húmeda utilizando cualquier método adecuado durante el periodo que transcurre desde su remoción del lugar de curado hasta su ensayo. La prueba debe realizarse en condiciones de humedad.

Para colocar la muestra, se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente bajo el bloque superior. Las superficies de los bloques superior e inferior deben limpiarse con un paño, y luego se coloca el espécimen sobre el bloque inferior, asegurándose de que el eje del espécimen esté alineado con el centro del bloque superior. Es necesario rotar el bloque con rótula inmediatamente antes de comenzar el ensayo para asegurar la libertad de movimiento requerida.

Velocidad de carga: Se debe aplicar la carga de manera constante y sin provocar impactos bruscos.

El valor de la resistencia se obtiene dividiendo la carga máxima soportada por la muestra (en este caso en kg) entre el área de la sección transversal de la muestra (un círculo cuyo diámetro se calcula como el promedio de dos mediciones).

1.2.7.2. Resistencia a la flexión en viga: (NTP 339.078) (ASTM C – 78)

La flexión de una viga es un indicador de la capacidad del concreto para resistir esfuerzos de tracción. Este ensayo evalúa cómo una viga o losa de concreto no reforzado responde a las fallas provocadas por la aplicación de momentos. Se lleva a cabo aplicando cargas sobre vigas con una sección transversal de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) y una distancia mínima tres veces su espesor. El resultado se denomina Módulo de Rotura (MR), expresado en kg/cm^2 , y se calcula conforme al procedimiento ASTM C78, que consiste en aplicar la carga en los puntos de tercios de la viga.

Las muestras tienen una separación entre sus puntos de apoyo que sea al menos tres veces la altura de la viga, con una tolerancia máxima del 2%. Las

caras de la muestra deben formar ángulos rectos con las superficies superior e inferior. Las zonas que estarán en contacto con los bloques de carga y soporte deben ser lisas y libres de imperfecciones como grietas o agujeros.

Debe girarse la muestra para que quede sobre un lado en relación con su posición de moldeo y se centra en los bloques de carga. Estos bloques deben colocarse sobre la viga en los puntos de tercio de su longitud, entre los soportes. Si se observa que no hay un contacto completo entre el espécimen, los bloques y los soportes, y existe una separación de 0.1 mm (0.004") en una longitud de 25 mm (1"), es necesario pulir o refrentar las superficies de contacto según la norma ASTM C-617, utilizando láminas de cuero.

Es recomendable evitar el pulido excesivo de las superficies laterales de la muestra, ya que esto puede modificar sus características físicas y alterar los resultados del ensayo.

Posteriormente, la carga se aplica de manera continua, incrementando la presión en la fibra extrema entre 861 y 1207 kPa/min (125 a 175 lb/pulg²) hasta que se produce la fractura.

Se realizan tres mediciones de cada dimensión (en el centro y en cada extremo), con precisión de 1.3 mm (0.05"), con la finalidad de obtener el promedio del ancho y altura, y ubicar la línea de fractura en la sección donde ocurrió el fallo.

En el caso de que la fractura se origine en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, el cálculo del módulo de rotura se debe realizar de la siguiente manera:

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

Siendo

R = Módulo de rotura, MPa (kg/cm²)

P = Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, N (kg)

L = Longitud libre entre apoyos, mm (cm)

b = Ancho promedio de la muestra, mm (cm)

d = Altura promedio de la muestra, mm (cm)

Si la fractura ocurre en la sección con "capping", incluya el espesor del recubrimiento en la altura de la muestra.

El peso de la viga no se incluye en los cálculos anteriores. Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, en menos del 5% de la luz libre, calcúlese el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

Siendo

b = Distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medido sobre la zona de tensión de la viga, mm (cm)

Si la fractura ocurre en la zona de tensión y fuera del tercio medio de la luz libre, en más del 5% de la luz, libre, no tenga en cuenta los resultados del ensayo.

1.2.7.3. Resistencia a la tracción por compresión diametral: (NTP 339.084)

El procedimiento se basa en la aplicación de una carga de compresión sobre un espécimen cilíndrico de concreto hasta que ocurra una fractura a lo largo de su diámetro. Dicha carga provoca tensiones de tracción en la zona donde se aplica y compresión en la superficie de la carga. Debido a esto, la ruptura por tracción se produce antes que la de compresión, ya que las áreas de aplicación de la carga están bajo compresión triaxial a lo largo de todo el espécimen, permitiendo

que el concreto resista una carga mucho mayor de compresión en comparación con un esfuerzo uniaxial, resultando en una fractura por tracción a lo largo del material.

$$T = \frac{2P}{\pi * L * D} (kg/cm^2)$$

Siendo

T = Resistencia a la tracción por compresión diametral (kg/cm²)

P = Carga registrada (KN) – convertida en kg-f

L = Longitud de la probeta (cm)

D = Diámetro de la probeta (cm)

1.2.7.4. Ensayo de módulo de elasticidad: (ASTM C 469-94)

El módulo elástico se refiere a la habilidad del concreto para deformarse bajo carga sin que haya deformaciones permanentes. Se define como la razón entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión que sean menores que el límite de proporcionalidad del concreto. Este concepto es esencial para calcular la rigidez de los elementos estructurales.

Aunque el concreto no es un material elástico y no sigue un comportamiento lineal en su diagrama de carga frente a deformación en compresión, comúnmente se establece un "Módulo de Elasticidad Estático" para el concreto. Este se determina mediante una recta tangente a la porción inicial del diagrama o, alternativamente, por una recta secante que conecta el origen del gráfico con un punto específico, generalmente relacionado con un porcentaje de la tensión máxima. Los valores de E suelen variar entre 280,000 y 350,000 kg/cm², y están directamente vinculados con la resistencia a la compresión del concreto y la relación agua/cemento. Sin embargo, las mezclas con mayor contenido de

cemento tienden a tener valores de elasticidad más altos y también una mayor capacidad de deformación.

Generalmente, a medida que aumenta la resistencia y densidad del concreto, el módulo de elasticidad también tiende a incrementarse. No obstante, dependiendo de los componentes y la dosificación del concreto o mortero, los valores pueden variar significativamente.

$$E = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0.000050}$$

Siendo

E = Módulo de elasticidad secante, MPa (psi)

S_2 = Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última o de ruptura.

S_1 = Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal, ε_1 de 50 millonésimas, MPa (psi)

E_2 = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S_2

1.3. Definición de términos básicos.

Concreto cemento-arena

El concreto compuesto únicamente por cemento y arena es denominado mortero, siendo utilizado en aplicaciones estructurales que usualmente se reservan para concretos convencionales. Este material se diferencia del concreto normal principalmente porque no incluye agregado grueso en su composición. Su mezcla está formada por cemento, agua, agregado fino y, de ser necesario, aditivos adicionales.

En Iquitos, este tipo de material es de uso habitual, dado que no existen fuentes cercanas de agregado grueso que permitan su incorporación en el concreto tradicional.

Relación agua-cemento

La proporción agua-cemento efectiva se describe como la relación entre el peso del cemento y el peso del agua efectiva contenida en una mezcla de concreto fresco. Por agua efectiva se entiende aquella que suspende las partículas de cemento, los agregados y las burbujas de aire atrapadas. El agua absorbida en el interior de las partículas del agregado no se incluye como parte del agua efectiva.

Cantera fluvial

Se define una cantera ubicada dentro del lecho de un río como aquel lugar donde se concentran arenas y gravas transportadas por el flujo del agua, generalmente en las zonas internas de los meandros.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

Ciudad de Iquitos, ubicado en la Región Loreto, es un área urbana ubicada en la Amazonía Peruana. Su población cuenta con casi 500,000 habitantes, siendo una de las ciudades más grande de la Amazonía peruana que no tiene acceso vial terrestre. Únicas formas de llegar o llevar las mercancías son por medio de transporte aéreo y fluvial a través de los grandes ríos como Amazonas, Ucayali y Marañón. Esa particular problemática, influye mucho en el costo de vida de los habitantes. En este plan de tesis se pretenderá investigar las características del agregado fino fluvial de la cantera ubicada en la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón de color gris usado en la producción de los concretos.

La zona de Iquitos no cuenta con canteras del agregado grueso. Aparte los agregados finos de las canteras locales se caracterizan por sus bajos números del módulo de fineza. Por ello sus superficies específicas son bastante elevadas, causando el alto requerimiento del agua de amasado en el concreto y por consiguiente mayor demanda del cemento. En la zona de Iquitos los agregados finos más empleados provienen de canteras ubicadas a lo largo de la carretera Iquitos-Nauta y corresponden a arenas cuarzosas de color blanco. En zonas más alejadas de la ciudad, en localidades ubicadas cerca de orillas de los Ríos Amazonas, Marañón, Ucayali y sus afluentes, se suele usar las arenas fluviales de las playas o del lecho de los ríos, que usualmente tienen coloración gris. Hay que añadir que los concretos más usados en la zona son concretos que usualmente denominamos concretos cemento-arena, que no cuenta en su dosificación con agregado grueso. Eso debido a que agregado grueso que llega desde lejanas canteras de Yurimaguas o incluso de Pucallpa es muy costoso. El transporte fluvial del agregado grueso a esas distancias resulta muy caro.

Esa realidad hace que las obras no cuentan con alternativas viables a los agregados que se encuentran en relativa cercanía de las obras. Así que por necesidad se usa arenas muy finas que están lejos de cumplir requerimientos de la norma NTP 400.037 y ASTM C-33, la cual exige el módulo de fineza en el rango entre 2.3 – 3.1. Según experiencia se constata que arenas grises de playa presentan mayores problemas. Sus requerimientos de agua de amasado superan a las arenas blancas cuarzosas, incluso si tienen mismo módulo de fineza.

Gráfico N° 01. Cantera en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón.



Fuente: Google Earth (enero 2023)

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera fluvial de la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón?

2.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las propiedades del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón?
- ¿Cómo se comparan las características del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón con los agregados finos cuarzosos de la zona de Iquitos?
- ¿Cuál es la viabilidad técnica y económica del suso agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón?

2.3. Objetivos

2.3.1.

2.3.2. Objetivo general

Conocer las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera fluvial de la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón.

2.3.3. Objetivos específicos

- Conocer las propiedades del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón.
- Comparar las características del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón con los agregados finos cuarzosos de la zona de Iquitos.
- Determinar la viabilidad técnica y económica del uso del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón.

2.4. Justificación de investigación

En Iquitos y mayoría del territorio de la Región Loreto, casi exclusivamente se emplea arenas blancas cuarzosas y arenas grises de los depósitos fluviales. En varias investigaciones se constató que teóricamente esos agregados no son idóneos para la producción de los concretos, sin embargo, no existe ninguna alternativa viable. Por consiguiente, el conocimiento cómo se comportan los agregados de la zona es vital para poder comprender su problemática y buscar posibles soluciones. Práctica ingenieril demuestra que, aunque estos agregados no cumplen con las especificaciones técnicas, si se emplean en la construcción. Por supuesto existen varios inconvenientes, pero hay construcciones que fueron construidas a partir de estos materiales y cumplen con su función sin mayores problemas. En esta investigación se pretende profundizar el conocimiento sobre un agregado en específico, que corresponde a arena gris de la cantera ubicada en la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón y después también comparar con arena blanca cuarzosa investigada por Ing. Juan Tenorio

Chung e Ing. Sergio Acosta Huayllahua en su tesis: “Estudio comparativo de las propiedades del concreto (cemento-arena): con arena de cantera fluvial – Comunidad Astoria y con arena de cantera cuarzosa – Comunidad Varillal en la Ciudad de Iquitos”.

Arenas grises fluviales cuentan con muy reducida base de investigación. Los trabajos de tesis locales se centraban mayormente en las arenas blancas cuarzosas, las cuales son escasas en varias zonas de Loreto, especialmente en riberas lejanas a la ciudad de Iquitos. En esta ocasión se pretenderá profundizar el conocimiento sobre este material.

Para que la Región Loreto pueda progresar, se necesita que todas sus zonas cuenten con construcciones de infraestructura, edificios públicos y privados, escuelas etc. Para ello la producción del concreto es indispensable. La investigación sobre material componente como es el agregado y su complejidad particular de la zona parece ser una de las prioridades dentro de la investigación ingenieril.

2.5. Hipótesis

H1: Propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera fluvial de la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón satisfacen las necesidades requeridas en la construcción de elementos estructurales.

2.6. Variables

2.6.1. Identificación de variables

Variables Independientes X:

X1: Tipo de agregado fino

Variables Dependientes Y:

Y1: Propiedades mecánicas del concreto cemento-arena.

2.6.2. Definición conceptual de las variables

- Variable independiente X:

X1: El uso de agregado fino fluvial de color gris.

Agregado fino fluvial gris: Es una arena, producto de sedimentación de partículas rocosas en nuestro caso llevadas por el Río Tigre y Río Marañón a 36.7 km en línea recta desde la Ciudad de Nauta.

- Variable dependiente Y:

Y1: Propiedades del concreto estructural.

Resistencia a la Compresión (NTP 339.034)

Se define como la habilidad para resistir tanto cargas como esfuerzos de compresión. Mide la resistencia a la falla por la carga dentro de una prensa y se expresa como la fuerza entre área transversal del testigo cilíndrico.

Resistencia a la flexión en viga (NTP 339.078)

Constituye un método para evaluar la capacidad del concreto frente a esfuerzos de tracción. Esta propiedad determina la capacidad del material para resistir fallas por momento en vigas o losas de concreto sin refuerzo. Su medición se realiza aplicando cargas sobre vigas de concreto con una sección transversal de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) y una luz mínima equivalente a tres veces su espesor.

Resistencia a la tracción por compresión diametral: (NTP 339.084)

Esta prueba consiste en ejercer una fuerza de compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que falle a lo largo de su diámetro. Dicha carga genera esfuerzos de tensión en el plano de aplicación y esfuerzos de compresión en la zona donde se aplica. En consecuencia, la falla por tracción se produce antes que la falla por compresión, ya que las zonas de aplicación de la carga permanecen en un estado de compresión triaxial a lo largo de todo el espécimen. Este estado permite que el concreto soporte un esfuerzo de compresión significativamente mayor al que resistiría bajo un esfuerzo de compresión uniaxial, lo que finalmente da lugar a la falla por tracción a lo largo del espécimen.

Módulo de Elasticidad Estático (Norma ASTM C 469-94):

Se refiere a la habilidad del concreto para adaptarse a cargas aplicadas sin sufrir deformaciones permanentes. Esta característica se describe como la relación entre el esfuerzo normal aplicado y la deformación unitaria resultante, siempre que dichos esfuerzos sean inferiores al límite de proporcionalidad del material. Su principal uso radica en determinar la rigidez de los componentes estructurales.

2.6.3. Operacionalización de las variables

Tabla N° 02. Operacionalización de las variables			
Variables	Dimensiones	Sud-Dimensiones	Indicadores
X: Uso de arena fluvial gris	Peso de arena por volumen del concreto		Peso/Volumen
Y: Propiedades mecánicas del concreto cemento - arena	Resistencia a los esfuerzos mecánicos	Resistencia a la compresión	Fuerza/Área
		Resistencia a la tracción	Fuerza/Área
		Resistencia a la flexión	Fuerza/Área
		Módulo elástico	Fuerza/Área/Deformación unitaria

Fuente: Elaboración propia, (2024).

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El estudio, según el nivel de conocimiento, se clasifica como una investigación de tipo experimental.

Se encuadra dentro del enfoque cuantitativo porque las interrogantes planteadas serán específicas y porque se pondrá a prueba la hipótesis empleando diseños adecuados. Además, se recopilarán datos que permitirán validar la hipótesis mediante mediciones numéricas y análisis estadísticos.

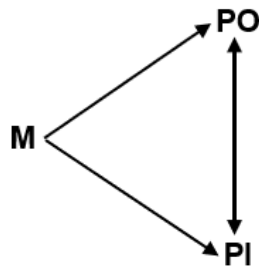
Es una investigación de carácter sustantivo experimental, ya que se centrará en el problema que impacta directamente en la variable dependiente, como son las propiedades mecánicas del concreto cemento-arena.

3.1.2. Diseño de investigación

Esquema:

El diseño se basa en un análisis experimental que establece visualmente el diseño de acuerdo con la descripción siguiente:

Esquema:



M = Meta poblacional de investigación.

PO = Meta observada anteriormente.

PI = Meta actual de investigación.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Arenas fluviales grises dentro de la Región Loreto

3.2.2. Muestra

Medio metro cúbico de la arena fluvial gris de la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

3.3.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos aplicada es la observación experimental, dado que los valores serán obtenidos en condiciones controladas, pues se realizará modelos de ensayos experimentales: para

medir tiempo y aparición de fisuras en el concreto cemento - arena, en ellas se evaluará la influencia de la relación agua/cemento y el tipo de cemento. En ese sentido las condiciones para la obtención de datos serán establecidas por las normas y el criterio del investigador, siendo esta una técnica de observación experimental.

3.3.2. Instrumento de recolección de datos.

El instrumento por utilizar será la guía de observación, puesto que se aplicarán fichas y/o formatos para recolectar los datos y resultados obtenidos en el proceso experimental. La ficha de registro permitirá llevar un orden adecuado de la cantidad y variación estadística del diseño experimental. Finalmente, la información recolectada será ordenada y clasificada para su posterior interpretación y análisis.

- Implementar la investigación con los insumos e instrumentos adecuados.
- Elaboración de instrumento de recolección de datos.
- Recoger la información.
- Procesamiento de la información.
- Análisis e interpretación de la información.
- Elaboración del informe.
- Presentación del informe.
- Sustentación del informe final del plan de tesis.

3.3.3. Procesamiento y análisis de datos

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

- Para la recopilación inicial del plan de tesis se usarán los paquetes básicos de escritorio de Microsoft, (Word, Excel, PPT, Etc), para el desarrollo regular de digitación de información.
- Para procesar la información del desarrollo de los ensayos de concreto que se realizarán en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Mecánica de Materiales de La UCP, se usará el paquete de Microsoft, EXCEL, para realizar algunos cuadros y base de datos, así mismo, Word, para elaboración de informes, y adjunto de información competente al proyecto.
- Para el análisis e interpretación de los datos, se trabajará con el paquete Microsoft, EXCEL.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización del agregado

El material empleado fue: agregado fino (arena de cantera fluvial procedente de la desembocadura del río Tigre en río Marañón); que dicho sea de paso se realizaron según sus respectivas normativas.

4.1.1. Agregado fino

Agregado fino: Proviene de la desintegración natural o artificial de la roca, y que pasan por el tamiz de 3/8" y es retenido por el tamiz N°200.

Se llevaron a cabo los ensayos básicos del agregado fino con el propósito de realizar los diseños de mezcla. El agregado fino es arena de color gris originaria del cauce fluvial en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón.

4.1.1.1. Análisis granulométrico (NTP 400.037)

Se trata de la clasificación de las dimensiones de las partículas de los agregados, la cual se expresa en términos de porcentaje en relación con el peso total para facilitar su análisis. Este proceso se realiza mediante la separación del material a través de tamices normalizados.

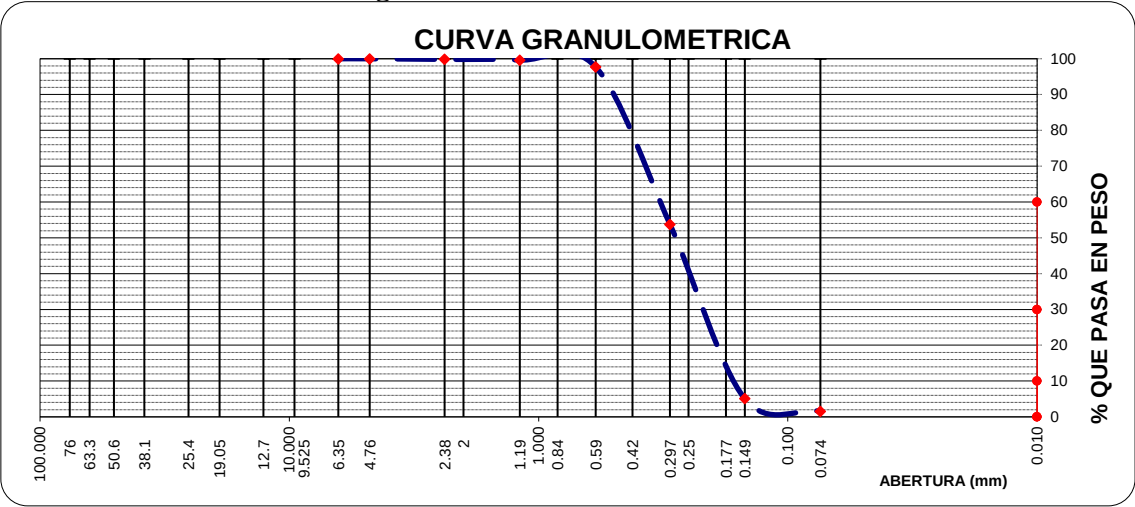
La granulometría es la distribución del material en una serie de tamices para que este sea clasificado de acuerdo con su tamaño, para el diseño de la mezcla es importante hacer el análisis granulométrico ya que te permite determinar el módulo de fineza del agregado, por otro lado, te permite calcular cuánto de agua vas a necesitar para dicha mezcla. De acuerdo con la norma NTP 400.037, se llevó a cabo el análisis granulométrico del agregado fino mediante tamizado. Los resultados de las pruebas realizadas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 03. Análisis granulométrico de la muestra N° 01.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	0.52	0.17	0.17	99.83
N°16	1.190	0.55	0.18	0.35	99.65
N°30	0.590	5.89	1.95	2.31	97.69
N°50	0.297	132.75	43.97	46.27	53.73
N°100	0.149	146.79	48.62	94.89	5.11
N°200	0.074	10.71	3.55	98.44	1.56
Pasa N°200		4.72	1.56		

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 02. Curva granulométrica de la muestra N° 01.



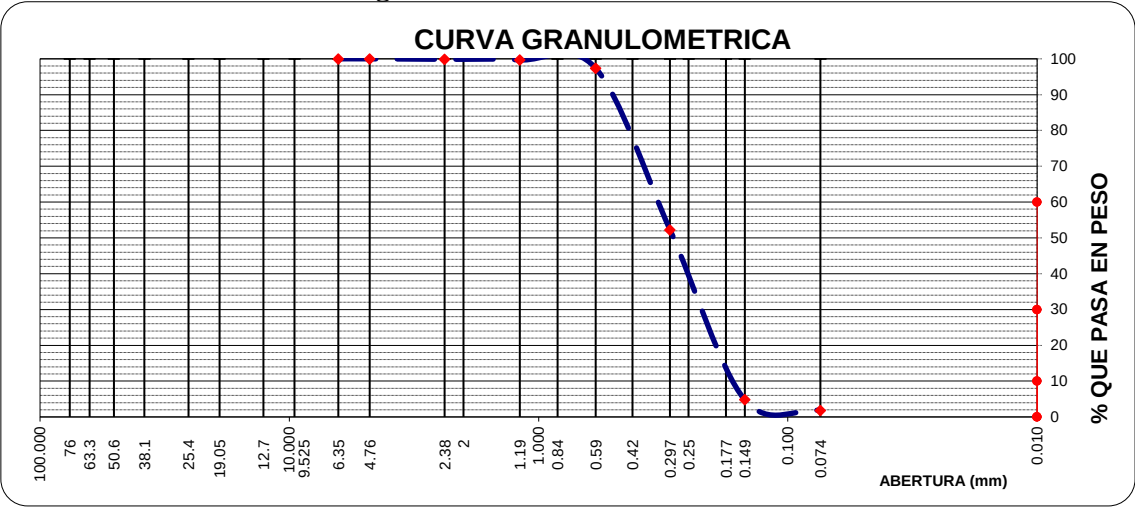
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 04. Análisis granulométrico de la muestra N° 02.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	0.40	0.13	0.13	99.87
N°16	1.190	0.50	0.17	0.30	99.70
N°30	0.590	7.00	2.33	2.63	97.37
N°50	0.297	135.39	45.11	47.74	52.26
N°100	0.149	142.38	47.44	95.18	4.82
N°200	0.074	9.10	3.03	98.21	1.79
Pasa N°200		5.36	1.79		

Fuente: Elaboración propia (2024).

Gráfico N° 03. Curva granulométrica de la muestra N° 02.



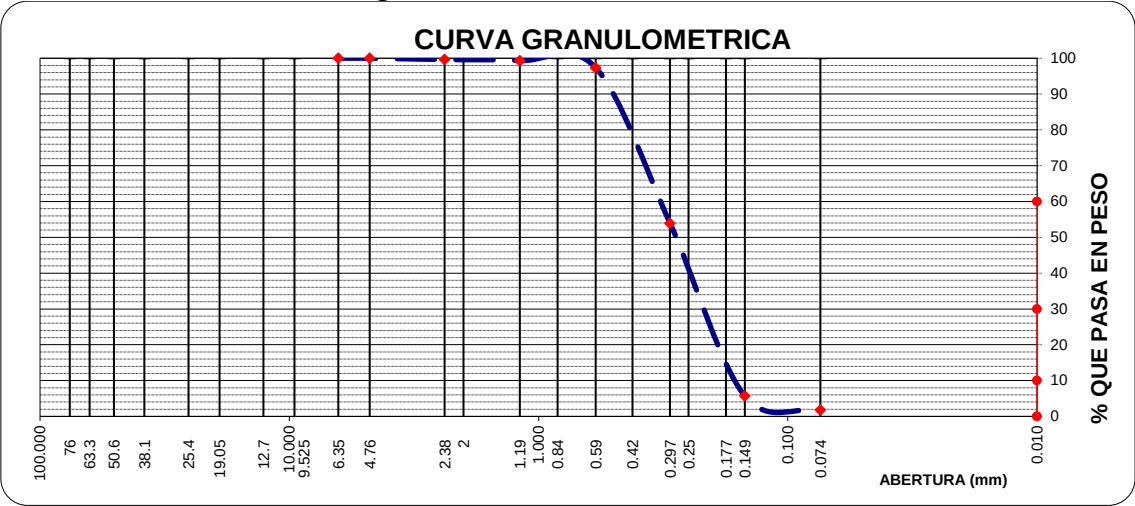
Fuente: Elaboración propia (2024).

Tabla N° 05. Análisis granulométrico de la muestra N° 03.

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa
			Parcial	Acumulado	
3"	76.000				
2 1/2"	63.300				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
N°04	4.760				100.00
N°08	2.380	1.11	0.36	0.36	99.64
N°16	1.190	0.91	0.29	0.65	99.35
N°30	0.590	6.15	1.98	2.63	97.37
N°50	0.297	134.73	43.42	46.05	53.95
N°100	0.149	149.65	48.23	94.28	5.72
N°200	0.074	12.09	3.90	98.18	1.82
Pasa N°200		5.66	1.82		

Fuente: Elaboración propia (2024).

Gráfico N° 04. Curva granulométrica de la muestra N° 03.



Fuente: Elaboración propia (2024).

4.1.1.2. Módulo de fineza (NTP 400.011).

El módulo de finura es un número adimensional que representa el tamaño promedio de las partículas de los agregados, el cual fue establecido por Duff Abrams en el año 1925. El módulo de finura nos indica qué tan fino es un agregado.

El cálculo del módulo de fineza del agregado fino se llevó a cabo siguiendo las normas ASTM C-33 y NTP 400.011. Los resultados obtenidos en las pruebas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 06. Módulo de fineza del agregado fino.

MÓDULO DE FINEZA POR TAMIZADO SEGÚN NORMA ASTM C - 33						
Tamices ASTM	M-1		M-2		M-3	
	% Ret. parcial	% Ret. acumulado	% Ret. parcial	% Ret. acumulado	% Ret. parcial	% Ret. acumulado
1/4"						
N°04						
N°08	0.17	0.17	0.13	0.13	0.36	0.36
N°16	0.18	0.35	0.17	0.30	0.29	0.65
N°30	1.95	2.31	2.33	2.63	1.98	2.63
N°50	43.97	46.27	45.11	47.74	43.42	46.05
N°100	48.62	94.89	47.44	95.18	48.23	94.28
TOTAL		1.44		1.46		1.44
MOD. FINEZA	1.44		1.46		1.44	
PROMEDIO			1.45			

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El promedio de módulo de fineza del agregado fino es 1.45.

4.1.1.3. Superficie específica (NTP 400.012)

La finura se define como la medida, tamaño o cantidad de área expuesta al contacto con el agua en una determinada masa de cemento; se expresa en [cm²/g] a la cual llamamos superficie de contacto o superficie específica; esto se refleja en el proceso de hidratación del cemento ya que a mayor superficie de contacto mejor y más rápido es el tiempo de fraguado.

El estudio de la superficie específica del agregado fino se desarrolló de acuerdo con la norma NTP 400.012. Los resultados obtenidos en las pruebas se detallan en la siguiente tabla:

Tabla N° 07. Superficie específica de la muestra N° 01.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-1)				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.357	0.17	0.48
N°16	1.190	0.1857	0.18	0.98
N°30	0.590	0.087	1.95	22.42
N°50	0.297	0.044	43.97	999.25
N°100	0.149	0.0218	48.62	2230.15
Fondo		0.0112	3.55	316.71
TOTAL				3253.29

Fuente: Elaboración propia (2024)

$$S_e = \frac{0.06}{2.662} * 3253.29 = 73.33 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

Tabla N° 08. Superficie específica de la muestra N° 02.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-2)				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.3570	0.13	0.37
N°16	1.190	0.1857	0.17	0.90
N°30	0.590	0.0870	2.33	26.81
N°50	0.297	0.0440	45.11	1025.24
N°100	0.149	0.0218	47.44	2176.12
FONDO		0.0112	3.03	270.72
TOTAL				3229.44

Fuente: Elaboración propia (2024)

$$S_e = \frac{0.06}{2.662} * 3229.44 = 72.79 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

Tabla N° 09. Superficie específica de la muestra N° 03.

SUPERFICIE ESPECÍFICA (M-3)				
Tamices ASTM	Abertura mm.	Di (cm)	Pi (%)	Pi/di
N°04	4.760	0.5555		
N°08	2.380	0.3570	0.36	1.00
N°16	1.190	0.1857	0.29	1.58
N°30	0.590	0.0870	1.98	22.78
N°50	0.297	0.0440	43.42	986.80
N°100	0.149	0.0218	48.23	2212.27
FONDO		0.0112	3.90	347.88
TOTAL				3224.44

Fuente: Elaboración propia (2024)

$$S_e = \frac{0.06}{2.662} * 3224.44 = 72.68 \text{ cm}^2/\text{gr}$$

4.1.1.4. Material que pasa el tamiz N° 200 (NTP 400.018)

La Norma Técnica NTP 400.018 describe el método para determinar, mediante el procedimiento de vía húmeda, la cantidad de polvo o material que atraviesa el tamiz normalizado de 75 µm (N° 200) en los agregados utilizados en la fabricación de concretos y morteros.

La prueba para medir el contenido de material fino que pasa por el tamiz N° 200 se realizó siguiendo las normas ASTM C-117 y NTP 400.018. Los resultados obtenidos en las pruebas se presentan en la siguiente tabla:

Tabla N° 10. Material fino que pasa la malla N° 200.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIN N° 200 SEGÚN NORMA ASTM C - 117			
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3
% que pasa la malla N° 200	2.09	2.40	2.86
Promedio (%)	2.45		

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El promedio del porcentaje que pasa la malla N° 200 del agregado fino es 2.45 %.

4.1.1.5. Peso específico (NTP 400.022)

El peso específico de los agregados está dado por el cociente entre el peso de las partículas y el volumen de las mismas, sin considerar los vacíos entre ellas. Esta propiedad física de los agregados se utiliza para el diseño de mezclas y también como un indicador de la calidad del agregado.

El ensayo de peso específico se realizó conforme la norma ASTM C-128 y la NTP 400.022. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 11. Peso específico del agregado fino.

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 128				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio
Peso Específico Bulk (Base Seca)	2.619	2.608	2.760	2.662
Peso Específico Bulk (Base Saturada)	2.639	2.631	2.780	2.683
Peso Específico Aparente (Base Seca)	2.673	2.669	2.818	2.720

Fuente: Elaboración propia (2024)

4.1.1.6. Absorción (NTP 400.037)

La absorción se define como la habilidad de los agregados para saturar con agua los espacios vacíos presentes en las partículas. Este proceso ocurre debido a la capilaridad, sin que los poros se llenen completamente, ya que siempre queda aire atrapado en ellos.

El ensayo de absorción se llevó a cabo de acuerdo con las especificaciones de la norma ASTM C-128 y la NTP 400.037. En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos de las pruebas efectuadas:

Tabla N° 12. Absorción del agregado fino.

ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 128				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	Promedio (%)
% Absorción	0.77	0.88	0.74	0.80

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El porcentaje de absorción del agregado fino es 0.80 %.

4.1.1.7. Peso unitario suelto seco (PUSS) (NTP 400.017)

El ensayo de P.U.S. busca determinar el peso del agregado que debe llenar un recipiente de volumen unitario. Para la realización del ensayo, se debe dejar caer suavemente el agregado dentro del recipiente hasta que se encuentre lleno, luego se procede a enrasarlo.

El ensayo de peso unitario suelto se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 13. Peso unitario suelto del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 29			
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3
Peso Unitario (gr/cm ³)	1.320	1.326	1.325
Promedio de peso Unitario (kg/m ³)	1324		
Porcentaje de vacíos (%)	52.34		

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1,324 kg/m³

4.1.1.8. Peso unitario compactado (PUC) (NTP 400.017)

Es la relación entre el peso del material compactado y el volumen del recipiente en donde está contenido. Este ensayo permite determinar el grado de compactación que puede presentar los materiales en su estado natural.

El ensayo de peso unitario compactado se realizó conforme la norma ASTM C-29 y la NTP 400.017. En el presente cuadro se pueden observar los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 14. Peso unitario compactado del agregado fino.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO SEGÚN NORMA ASTM C - 29			
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3
Peso Unitario (gr/cm ³)	1.532	1.547	1.539
Promedio de peso Unitario (kg/m ³)	1539		
Porcentaje de vacíos (%)	44.25		

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resultado: El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1,539 kg/m³

4.2. PREPARACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO CEMENTO – CONCRETO.

El diseño de mezcla que se usó, fue aquel que, a través de una dosificación óptima, cumplió las siguientes condiciones: trabajabilidad y resistencia. El diseño de mezcla del concreto consiste en una mezcla de arena, cemento y agua para la relación a/c de 0.58, 0.63 y 0.69 con asentamiento dentro del rango de 3"-5", siguiendo el método especificado. Para mayor detalle de la información ver Anexo C, diseño de mezcla de las diferentes relaciones a/c.

4.2.1. Diseño del concreto cemento – arena, relación a/c = 0.58.

Tabla N° 15. Valores del diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.58.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento	517.2 Kg/m3				
Agua	214.4 Lts/m3				
Agregado fino	1277.8 Kg/m3				
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	517.20	/	517.2	=	1.00
Agregado fino	1277.79	/	517.2	=	2.47
Agua	0.41	x	42.5	=	17.43
DOSIFICACIÓN EN PESO					
	C	AF	Agua		
	1	2.47	17.43	Lts/m3	
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	1430.45 Kg/m3				
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
	C	AF	Agua		
	1	2.57	17.43	Lts/m3	
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento	42.5 Kg				
Agregado Fino	105.0 Kg				
Aqua efectiva	17.43 Lts				

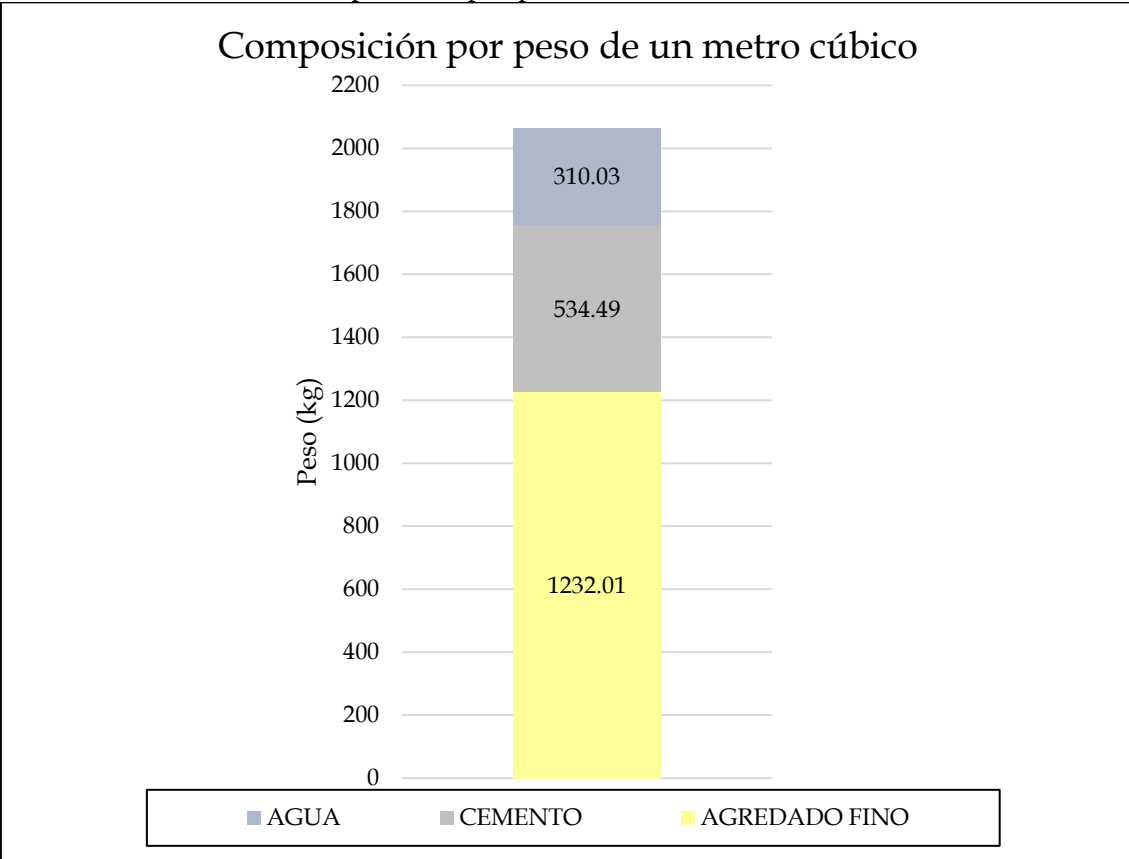
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 16. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, relación
a/c=0.58

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138			
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.076	2.075	2.078
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)	2076.52		
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)	2184.35		
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire			
Rendimiento (m3)	0.967656		
Rendimiento relativo	0.968		
Contenido de cemento real (Kg/m3)	534.49	=	12.58 Bls/m3
**Contenido de aire atrapado (%)	4.94		
**Método gravimétrico			

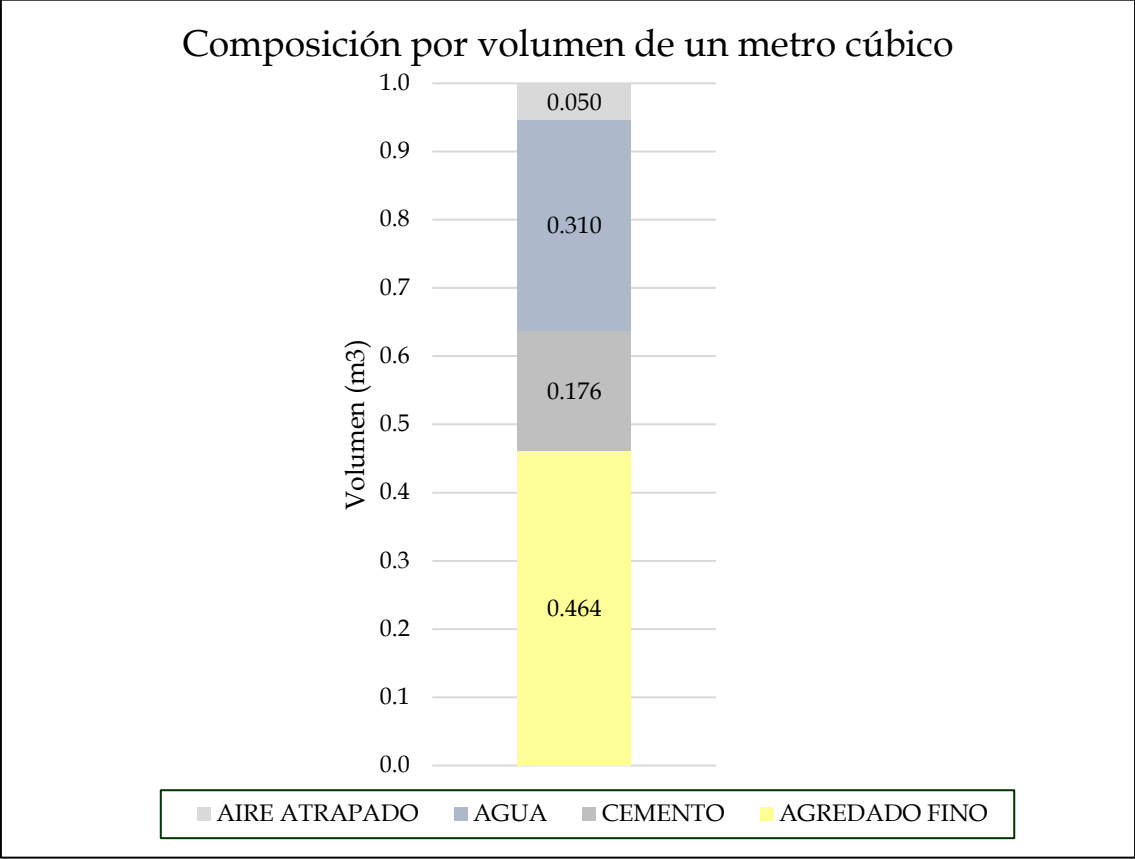
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 05. Composición por peso de un metro cúbico de concreto.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 06. Composición por volumen de un metro cúbico



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.2. Diseño del concreto cemento – arena, relación a/c = 0.63.

Tabla N° 17. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.63.

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento	500.0 Kg/m3				
Agua	231.2 Lts/m3				
Agregado fino	1251.0 Kg/m3				
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	500.0	/	500.0	=	1.00
Agregado fino	1251.00	/	500.00	=	2.50
Agua	0.46	x	42.50	=	19.55
DOSIFICACIÓN EN PESO					
	C	AF	Agua		
	1	2.50	19.55	Lts/m3	
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	1430.45 Kg/m3				
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
	C	AF	Agua		
	1	2.60	19.55	Lts/m3	
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento	42.5 Kg				
Agregado Fino	106.3 Kg				
Agua efectiva	19.55 Lts				

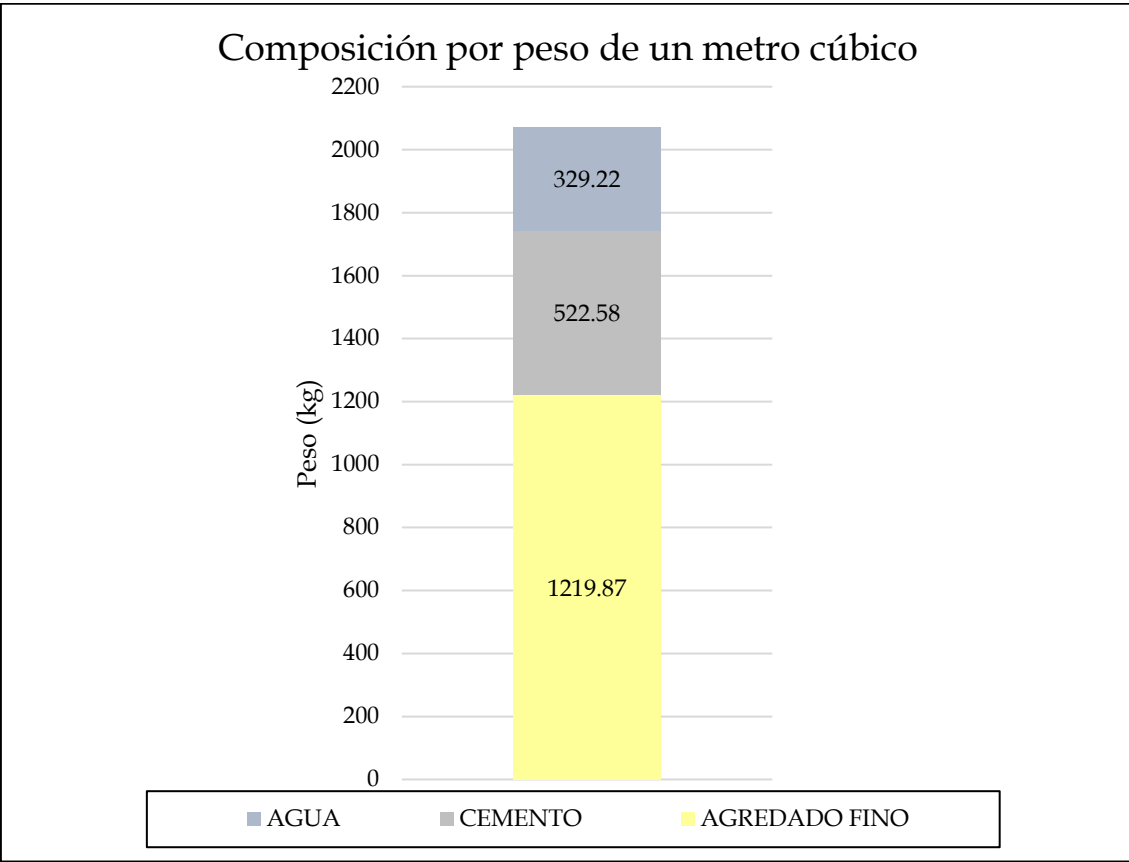
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 18. Peso unitario de producción y contenido de aire del concreto, relación $a/c=0.63$.

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138				
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3	
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.072	2.069	2.074	
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)	2071.67			
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)	2155.01			
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire				
Rendimiento (m3)	0.956793			
Rendimiento relativo	0.957			
Contenido de cemento real (Kg/m3)	522.58 = 12.3 Bls/m3			
**Contenido de aire atrapado (%)	3.87			
**Método gravimétrico				

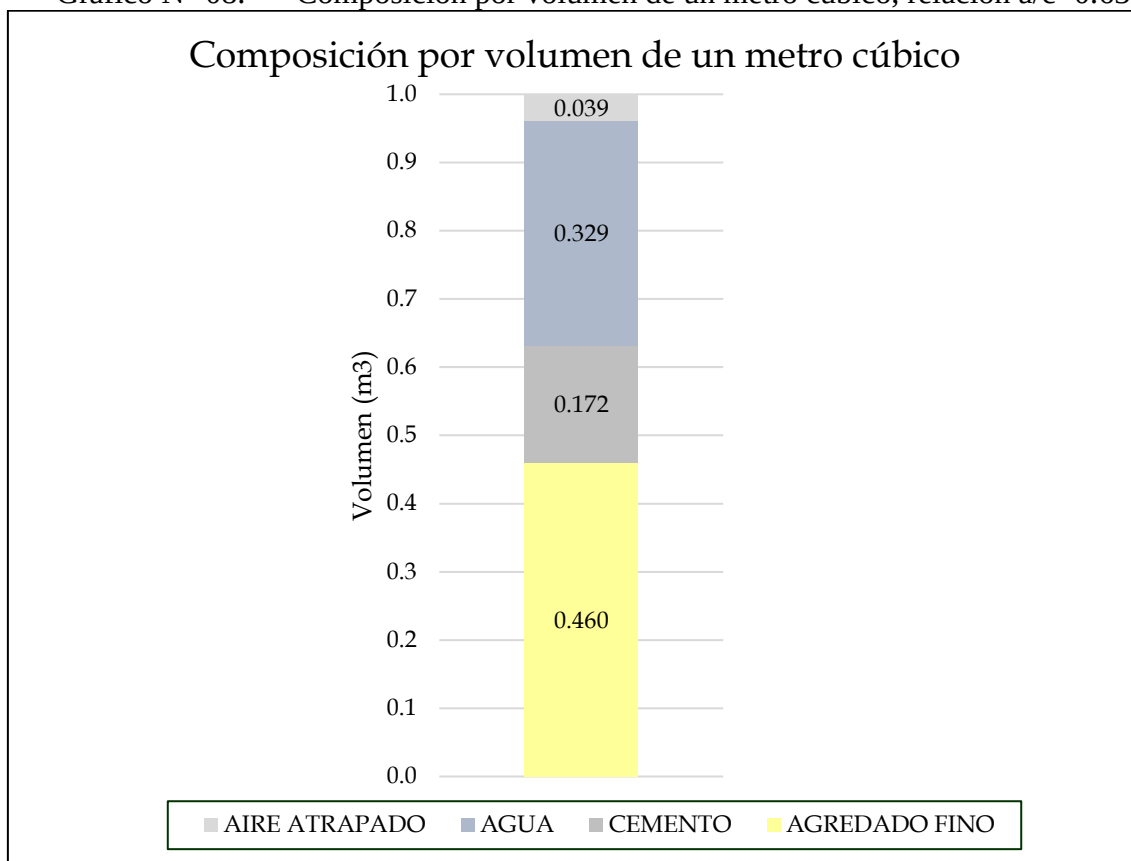
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 07. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación $a/c=0.63$.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 08. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.63.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.2.3. Diseño del concreto cemento arena, relación a/c=0.69.

Tabla N° 19. Valores de diseño corregidos por humedad, relación a/c=0.69

VALORES DE DISEÑO DE MEZCLA CORREGIDOS POR HUMEDAD					
Cemento	478.3 Kg/m3				
Agua	247.7 Lts/m3				
Agregado fino	1228.5 Kg/m3				
PROPORCIÓN EN PESO (Kg)					
Cemento	478.30	/	478.30	=	1.00
Agregado fino	1228.52	/	478.30	=	2.57
Agua	0.52	x	42.50	=	22.10
DOSIFICACIÓN EN PESO					
	C	AF	Agua		
	1	2.57	22.10	Lts/m3	
PROPORCIÓN EN VOLUMEN (pie3)					
Peso Unitario Suelto Húmedo A. fino	1430.45 Kg/m3				
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN					
	C	AF	Agua		
	1	2.67	22.10	Lts/m3	
DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO					
Cemento	42.5 Kg				
Agregado Fino	109.2 Kg				
Agua efectiva	22.1 Lts				

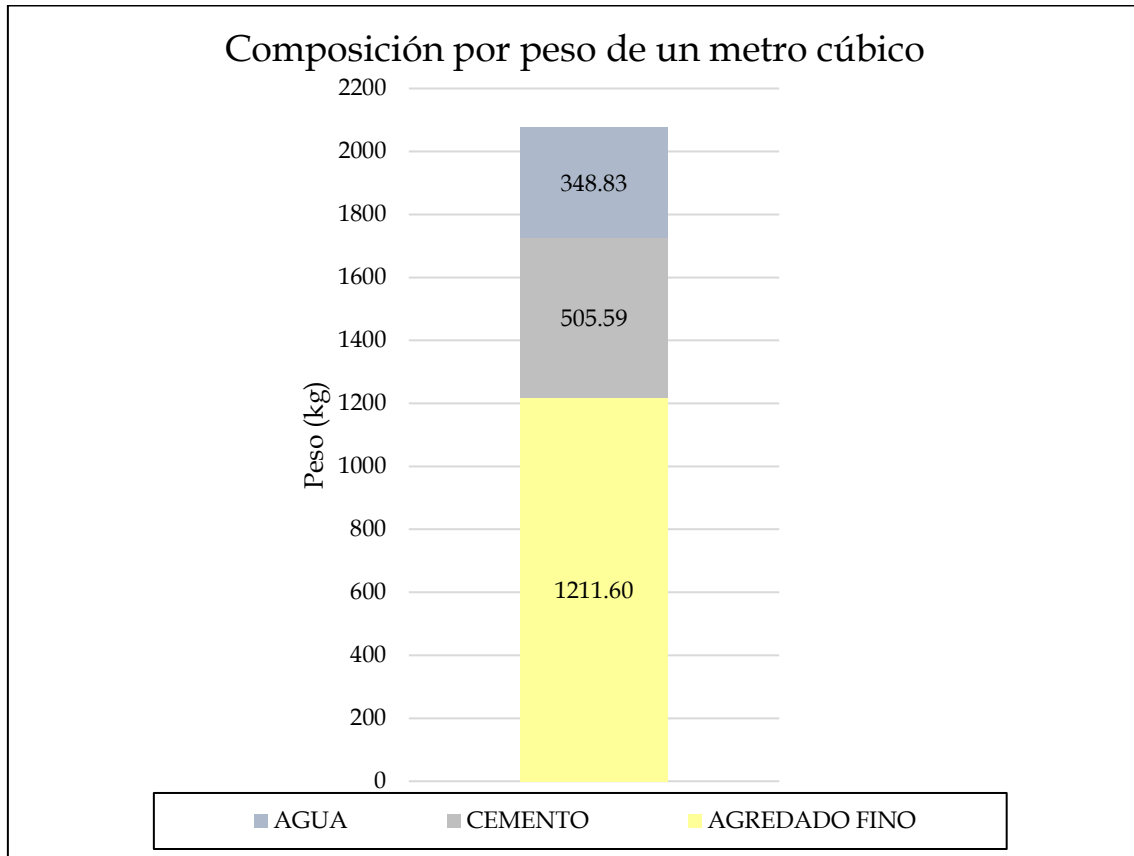
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 20. Peso unitario de producción y contenido de aire, relación a/c=0.69

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO ASTM C - 138			
DESCRIPCIÓN	M-1	M-2	M-3
PESO UNITARIO (gr/cm3)	2.066	2.065	2.067
Peso Unitario Promedio (Kg/m3)	2066.02		
*Peso Unitario del Concreto (Kg/m3)	2125.08		
*Suponiendo la presencia la no presencia de aire			
Rendimiento (m3)	0.946022		
Rendimiento relativo	0.946		
Contenido de cemento real (Kg/m3)	505.59 = 11.9 Bls/m3		
**Contenido de aire atrapado (%)	2.78		
**Método gravimétrico			

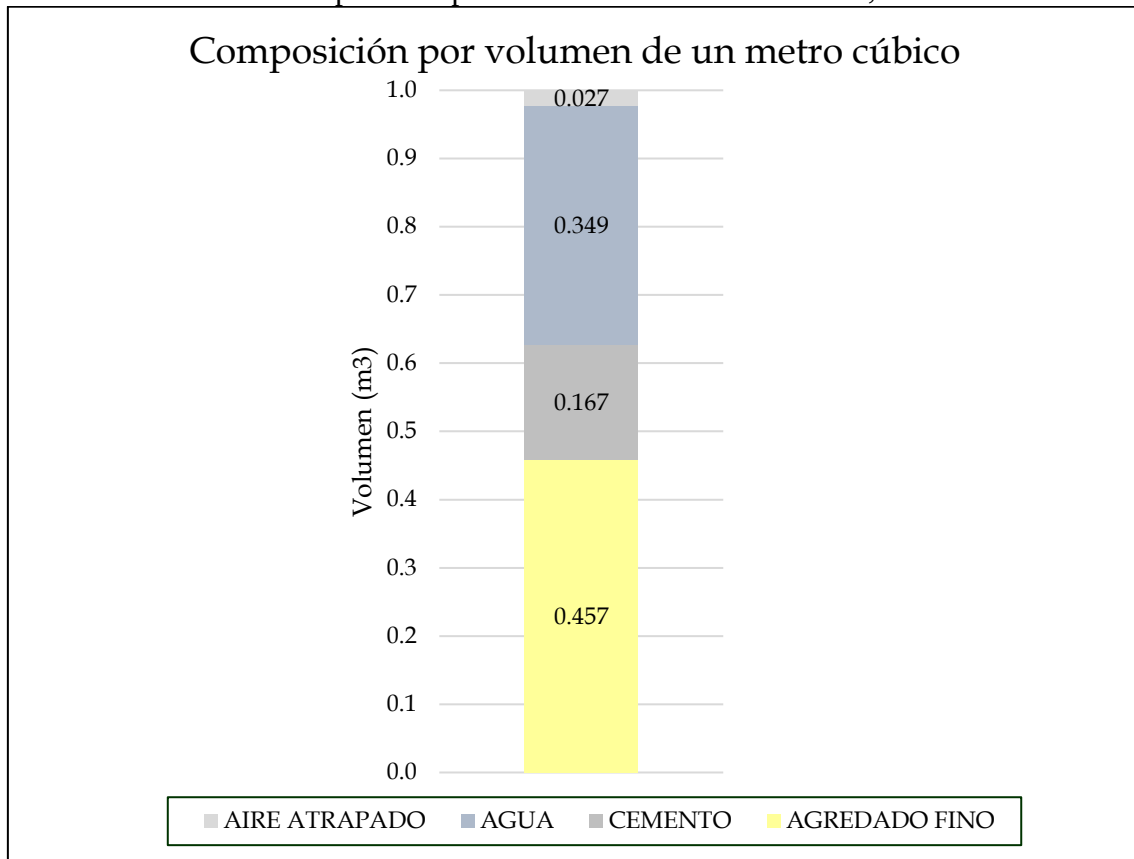
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 09. Composición por peso de un metro cúbico de concreto, relación a/c=0.69



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 10. Composición por volumen de un metro cúbico, relación a/c=0.69



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO FRESCO.

Los ensayos que se realizaron para el concreto cemento – arena en su estado fresco fueron: Consistencia, Peso Unitario, Contenido de Aire y Temperatura del concreto.

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos en estado fresco del concreto cemento – arena, los ensayos se realizaron según las respectivas normas, haciendo un uso estricto de ellas para la realización de la investigación. Para mayor detalle de la información ver Anexo C, propiedades del concreto fresco.

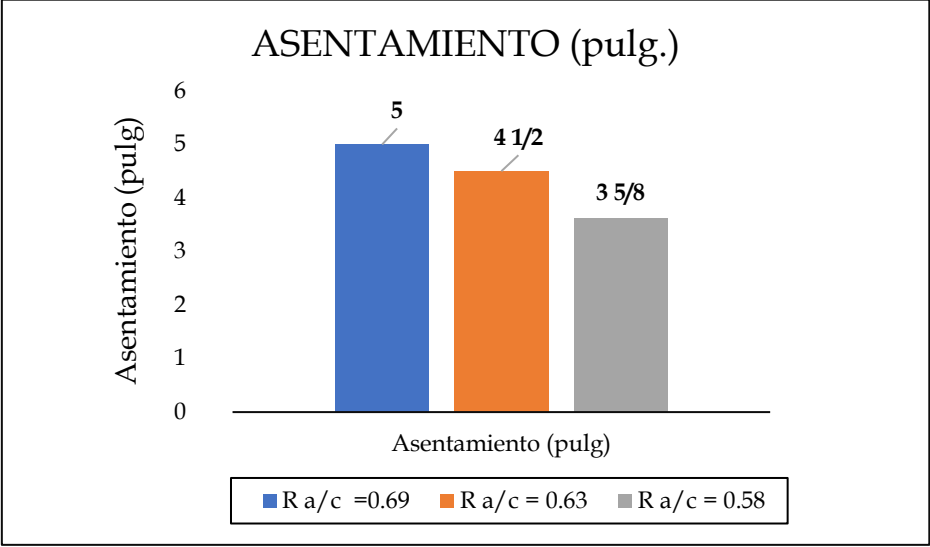
4.3.1. Consistencia (NTP 339.035)

Es la propiedad que tiene toda mezcla de concreto para mantenerse homogénea en un estado determinado en función del tiempo, también determina la facilidad del concreto para compactarse. La consistencia se modifica fundamentalmente por variaciones del contenido de agua en la mezcla. La prueba de asentamiento se llevó a cabo de acuerdo con las especificaciones de las normas ASTM C-143 y NTP 339.035. En las tablas siguientes se presentan los resultados obtenidos de los procesos realizados:

Tabla N° 21. Ensayo de consistencia al concreto cemento – arena.

ENSAYO DE ASENTAMIENTO SEGÚN NORMA ASTM C - 143	
DESCRIPCIÓN	ASENTAMIENTO (Pulg)
a/c=0.69	5
a/c=0.63	4 1/2
a/c=0.58	3 5/8
Fuente: Elaboración propia (2024)	

Gráfico N° 11. Ensayo de consistencia del concreto cemento – arena.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3.2. Peso unitario (NTP 339.046)

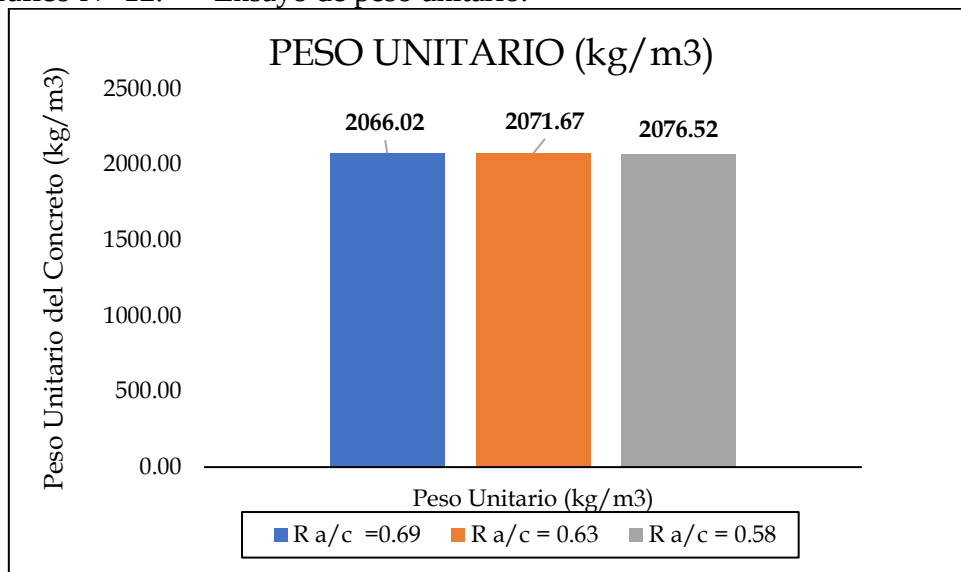
El peso unitario se refiere al peso que tiene el concreto en un determinado volumen. Consiste en compactar una muestra de concreto en un recipiente normado, el cual se pesará para luego dividir entre el volumen ocupado.

El ensayo de peso unitario se realizó conforme la norma ASTM C-138 y la NTP 339.046. En los presentes cuadros se observarán los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 22. Peso unitario del concreto cemento – arena.

ENSAYO DE PESO UNITARIO SEGÚN NORMA ASTM C - 138	
DESCRIPCIÓN	Peso Unitario (kg/m3)
a/c=0.69	2066.02
a/c=0.63	2071.67
a/c=0.58	2076.52
Fuente: Elaboración propia (2024)	

Gráfico N° 12. Ensayo de peso unitario.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3.3. Contenido de aire método gravimétrico (ASTM C – 138)

Este ensayo permite medir la cantidad de aire que existe en el concreto fresco expresado en porcentaje (%), con el objetivo de llevar un control de calidad del concreto, ya que el aire arrastrado genera grandes burbujas de aire accidental durante el proceso de la mezcla, transporte y colocación del concreto.

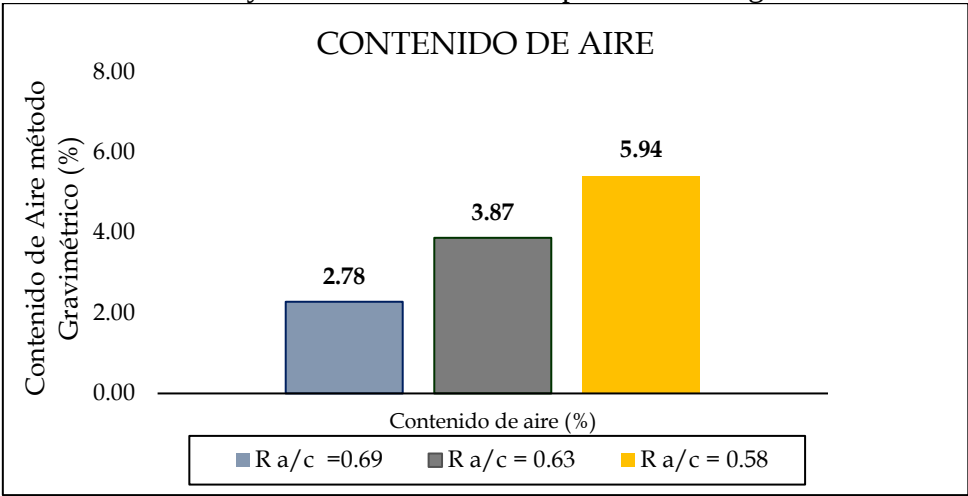
El ensayo de contenido de aire se realizó conforme a la norma ASTM C - 138. En los presentes cuadros se observarán los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 23. Contenido de aire método gravimétrico del concreto cemento – arena.

ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE MÉTODO GREAVIMÉTRICO SEGÚN NORMA ASTM C - 138	
DESCRIPCIÓN	Contenido de aire (%)
a/c=0.69	2.78
a/c=0.63	3.87
a/c=0.58	5.94

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 13. Ensayo del contenido de aire por el método gravimétrico.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.3.4. Temperatura del concreto (NTP 339.184)

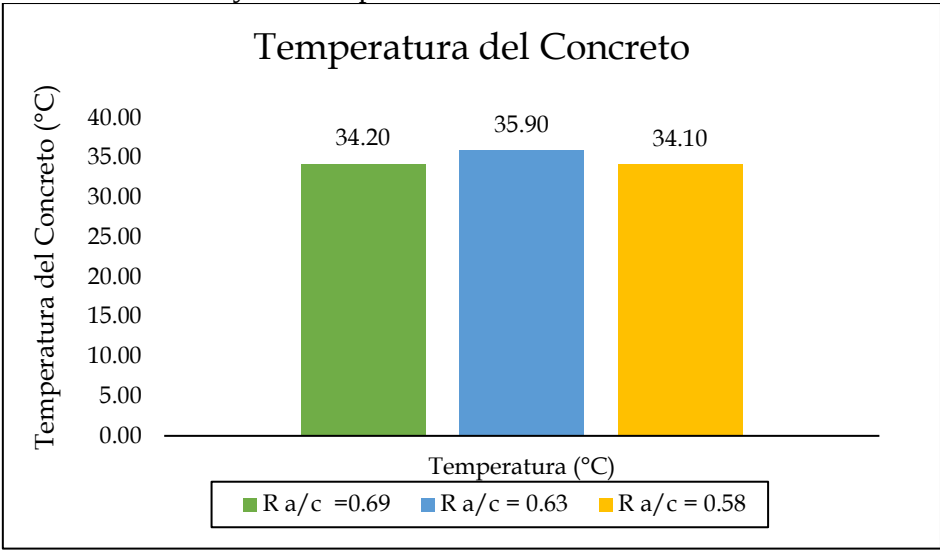
La temperatura del concreto depende del aporte calorífico de cada uno de sus componentes, además del calor liberado por el proceso de hidratación del cemento, la energía de mezclado y el medio ambiente.

El ensayo de temperatura del concreto se realizó conforme la norma ASTM C-1064 y la NTP 339.184. En los presentes cuadros se observarán los resultados de las pruebas realizadas:

Tabla N° 24. Temperatura del concreto cemento – arena.

ENSAYO DE TEMPERATURA SEGÚN NORMA ASTM C - 1064	
DESCRIPCIÓN	TEMPERATURA (°C)
a/c=0.69	34.20
a/c=0.63	35.90
a/c=0.58	34.10
Fuente: Elaboración propia (2024)	

Gráfico N° 14. Ensayo de temperatura del concreto cemento – arena.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.4. PROPIEDAD DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA EN ESTADO ENDURECIDO.

En este punto se expone los resultados experimentales que se obtuvieron del concreto endurecido. Se analizará el ensayo de compresión, tracción por compresión diametral, flexión en vigas y módulo elástico por las diferentes relaciones de agua/cemento que se fueron variando en el diseño, para así obtener diferentes resistencias. Para mayor detalle de la información ver Anexo D, propiedades del concreto endurecido.

4.4.1. Resistencia a la compresión (NTP 339.034)

La resistencia a la compresión es considerada como la característica más importante del concreto, aunque en otros casos son otras; la resistencia a la compresión da un panorama general de la calidad del concreto, ya que está relacionado directamente con la estructura de la pasta de cemento.

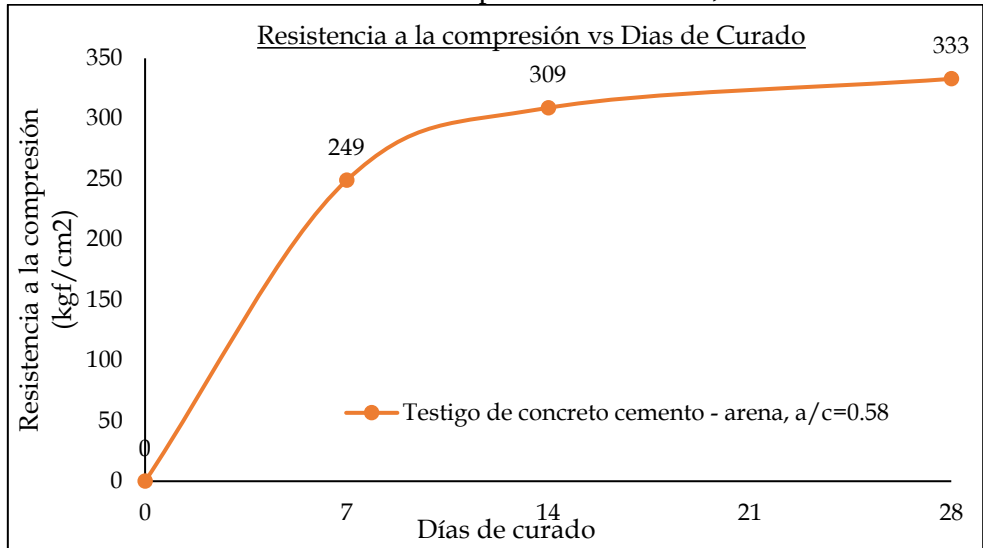
Los ensayos de resistencia a la compresión se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C-39 y la NTP 339.034 con la muestra de 07 testigos por cada edad de 7,14 y 28 días.

Tabla N° 25. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.58

Resistencia a la compresión	
Tiempo (días)	Resistencia (kg/cm ²)
7	249
14	309
28	333

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 15. Resistencia a la compresión del diseño, relación a/c=0.58.



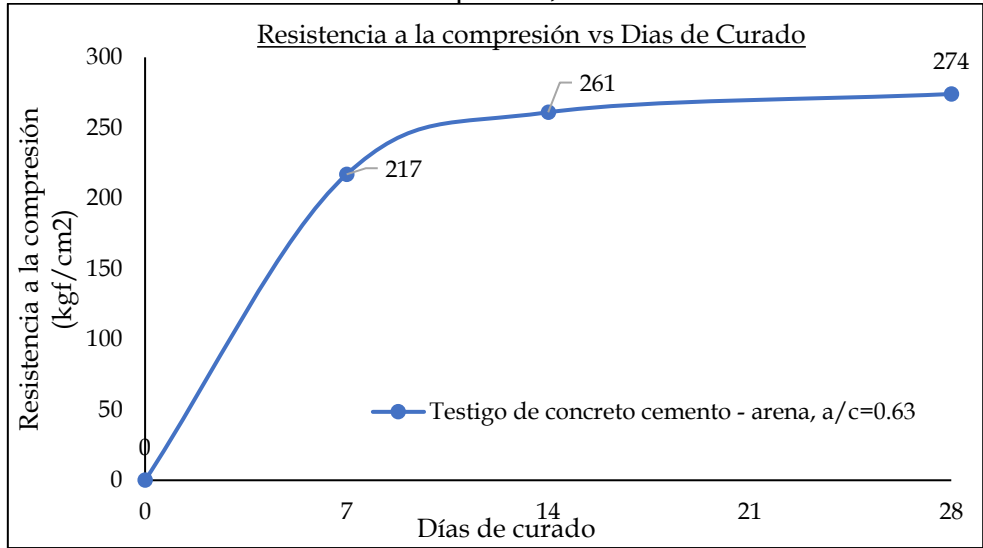
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 26. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.63.

Resistencia a la compresión	
Tiempo (días)	Resistencia (kg/cm2)
7	217
14	261
28	274

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 16. Resistencia a la compresión, relación a/c=0.63.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 27.

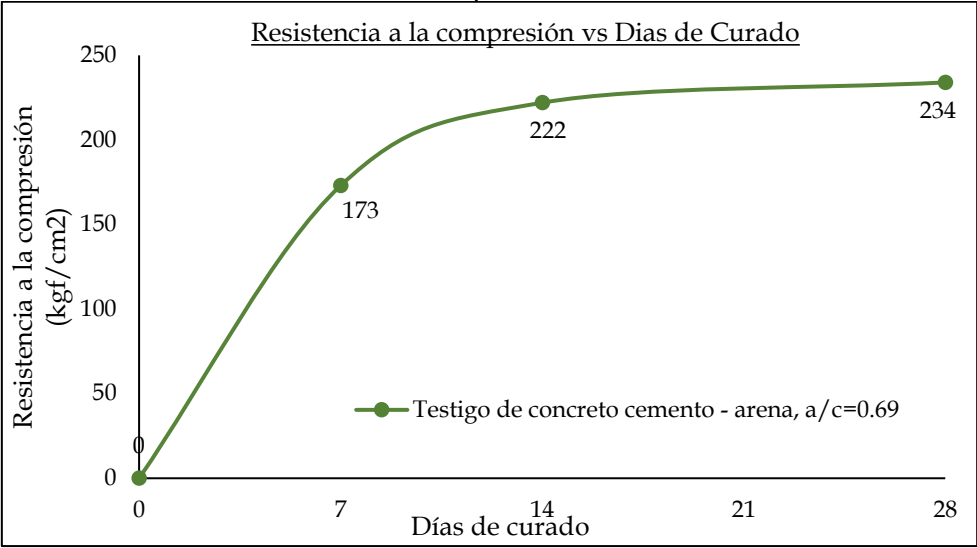
Resistencia a la compresión, relación a/c=0.69

Resistencia a la compresión	
Tiempo (días)	Resistencia (kg/cm2)
7	173
14	222
28	234

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 17.

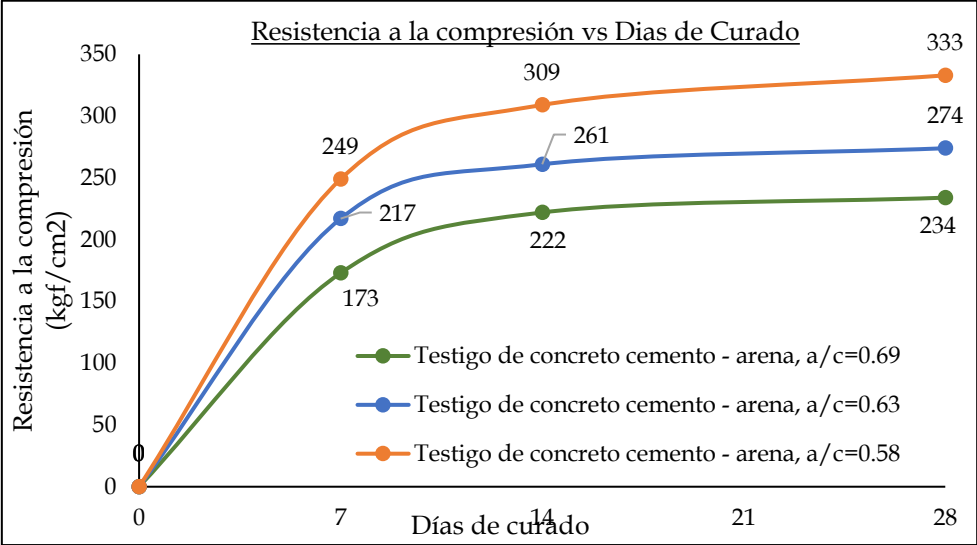
Resistencia a la compresión, relación a/c=0.69



Fuente: Elaboración propia (2024)

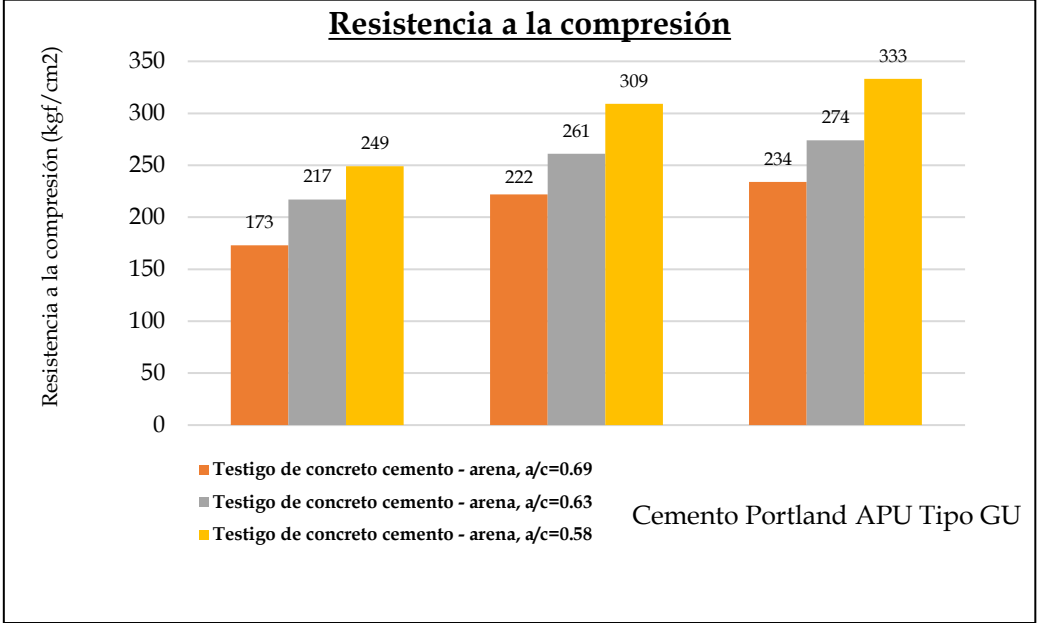
Gráfico N° 18.

Resumen de resistencia a la compresión de los diseños realizados.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 19. Progresión de resistencia a compresión.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.4.2. Resistencia a la tracción por compresión diametral (NTP 339.084)

Este ensayo consiste en aplicar la fuerza de compresión a lo largo de un espécimen cilíndrico de concreto hasta que este falle por la longitud de su diámetro. Esta carga induce esfuerzos de tensión en el plano donde se aplica y esfuerzos a la compresión en el área donde la carga es aplicada.

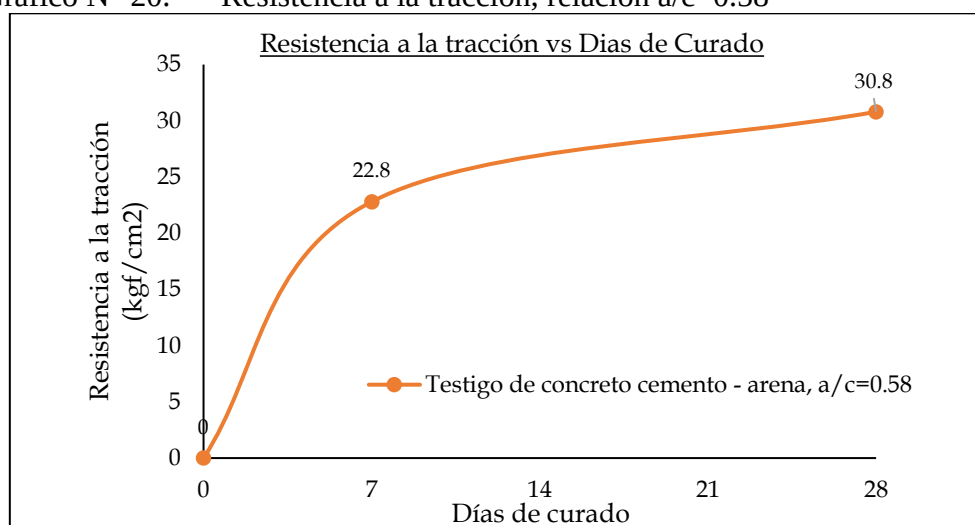
Los ensayos de resistencia a la tracción por compresión diametral se realizaron de acuerdo a la norma ASTM C-496 y la NTP 339.084 con la muestra de 07 testigos por cada edad de 3,7 y 28 días.

Tabla N° 28. Resistencia a la tracción, relación $a/c=0.58$

Resistencia a la tracción	
Tiempo (días)	Resistencia (kg/cm ²)
7	22.8
28	30.8

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 20. Resistencia a la tracción, relación $a/c=0.58$



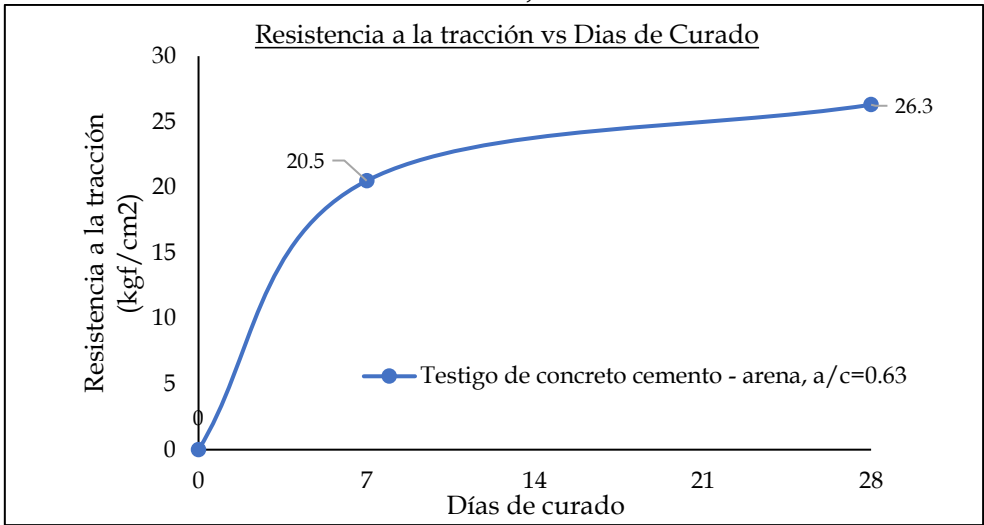
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 29. Resistencia a la tracción $a/c=0.63$

Resistencia a la tracción	
Tiempo (días)	Resistencia (kg/cm ²)
7	20.5
28	26.3

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 21. Resistencia a la tracción, relación $a/c=0.63$



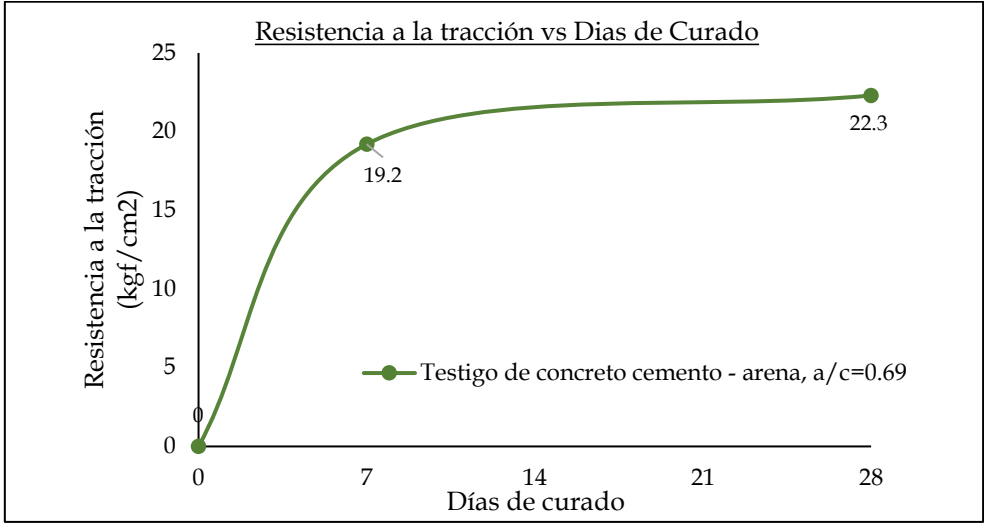
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 30. Resistencia a la tracción, relación $a/c=0.69$

Resistencia a la tracción	
Tiempo (días)	Resistencia (kg/cm ²)
7	19.2
28	22.3

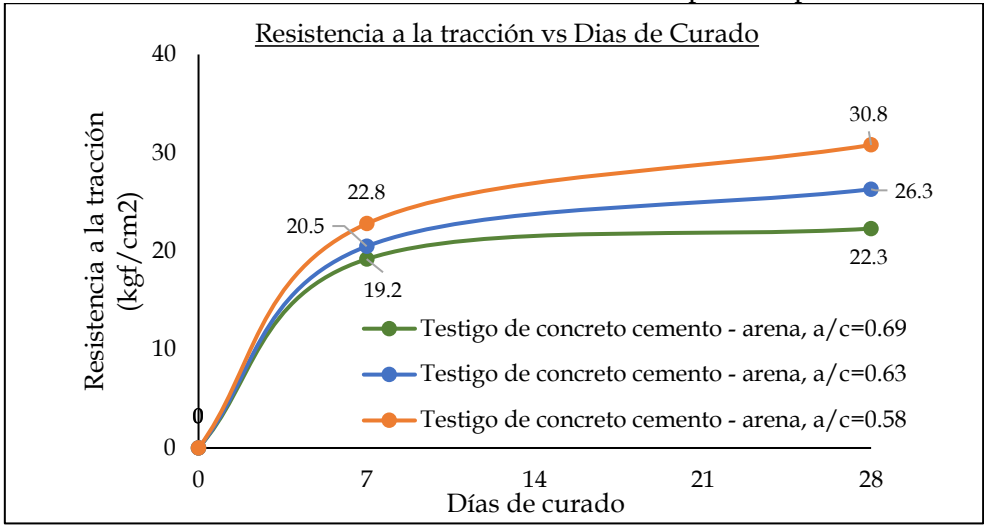
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 22. Resistencia a la tracción, relación a/c=0.69



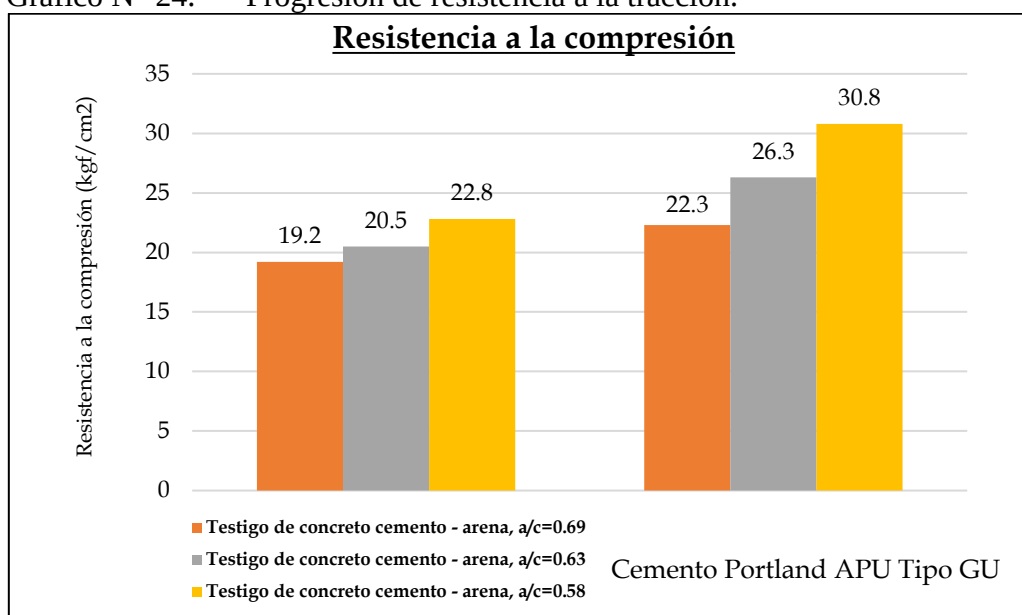
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 23. Resumen de resistencia a la tracción por compresión diametral.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 24. Progresión de resistencia a la tracción.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.4.3 Resistencia a la flexión en vigas (NTP0339.078)

La resistencia a la flexión en viga es una forma de medida de la resistencia a la tracción del concreto. Mide la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión, se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en este caso se expresa en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio); siendo menores hasta en un 15% los valores determinados cuando la viga es cargada en los puntos tercios que cuando se determina cargada en el punto medio (National Ready Mixed Concrete Association, 2016).

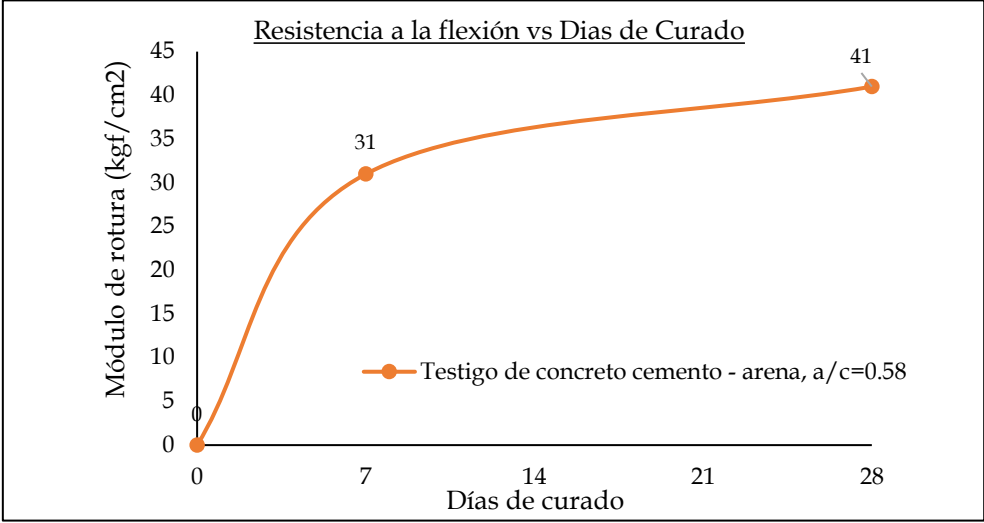
La prueba de resistencia a la flexión del concreto se llevó a cabo conforme a las normas ASTM C-78 y NTP 339.078, utilizando 3 vigas de concreto para cada edad de 7 y 28 días. Los resultados de las pruebas realizadas se presentan en las tablas a continuación.

Tabla N° 31. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.58$.

Resistencia a la flexión	
Tiempo (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)
7	31
28	41

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 25. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.58$.



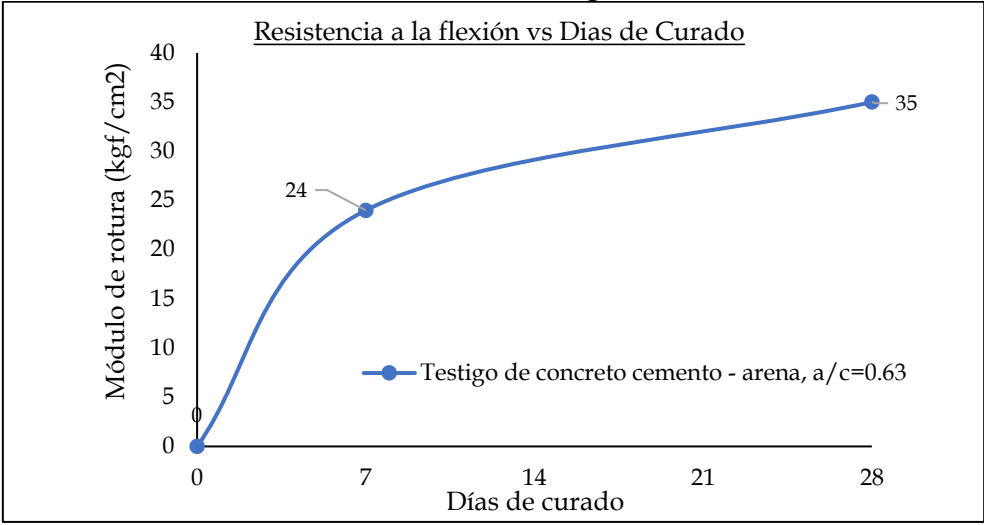
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 32. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.63$.

Resistencia a la flexión	
Tiempo (días)	Módulo de rotura (kg/cm ²)
7	24
28	35

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 26. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.63$.



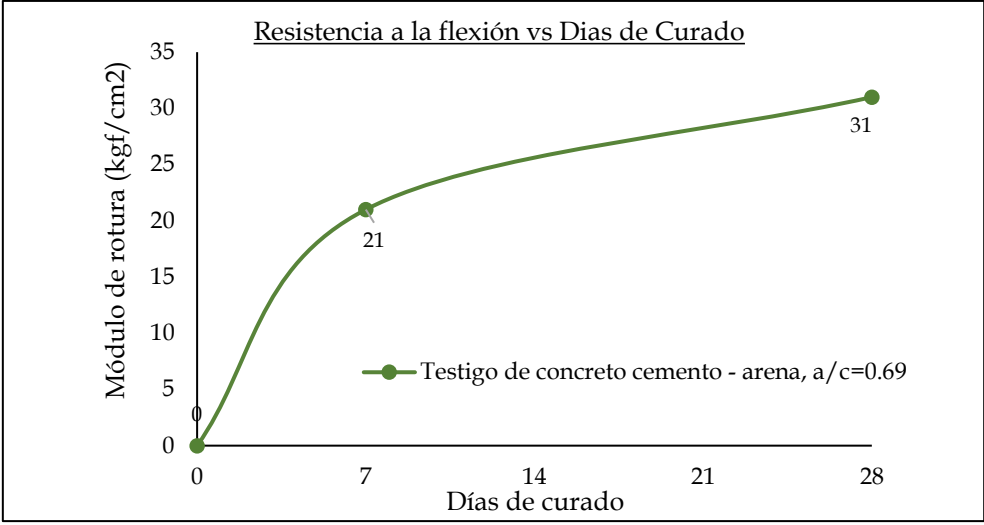
Fuente: Elaboración propia (2024)

Tabla N° 33. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.69$.

Resistencia a la flexión	
Tiempo (días)	Módulo de rotura (kg/cm2)
7	21
28	31

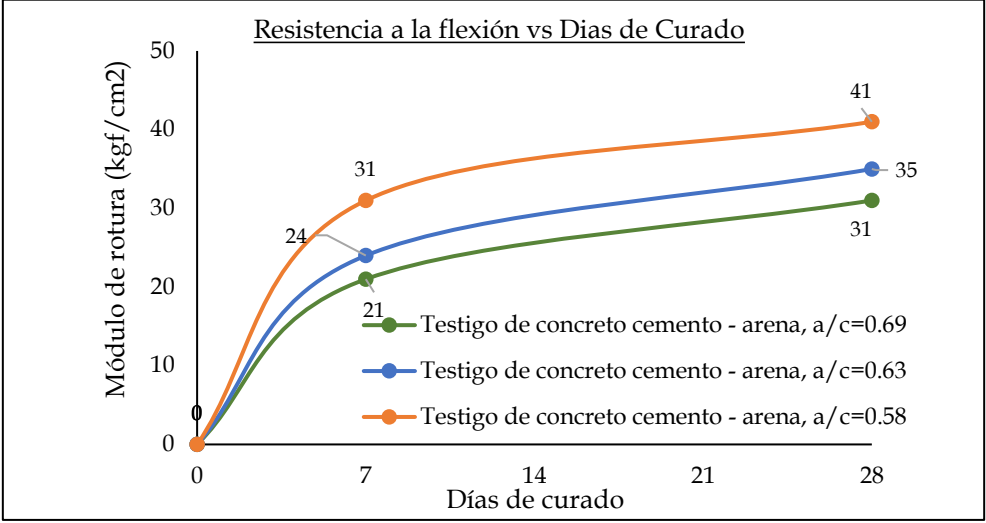
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 27. Resistencia a la flexión en vigas, relación $a/c=0.69$



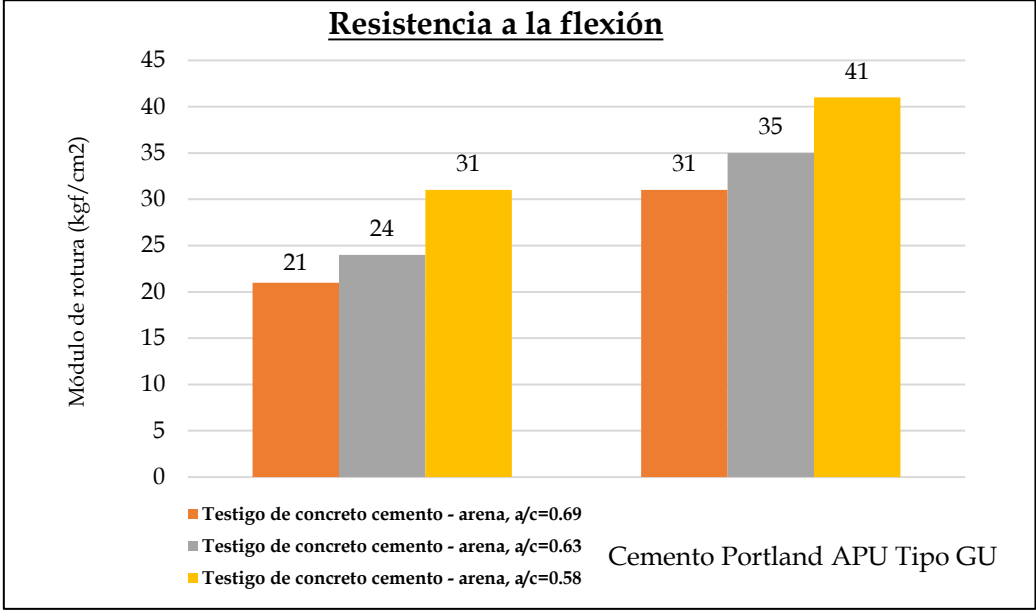
Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 28. Resumen de resistencia a la flexión en vigas.



Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 29. Progresión de resistencia a la flexión en vigas.



Fuente: Elaboración propia (2024)

4.4.4. Módulo elástico estático (NTP 339.084)

También conocido como módulo de Young, tiene como objetivo obtener una relación de esfuerzo-deformación llamado módulo de elástico. Para esto se somete la probeta de concreto a cargas de compresión que van incrementando y generan deformaciones para rangos elásticos e inelásticos. El concreto como la mayoría de materiales, tiene propiedades elásticas en cierto grado, por lo que se afirma que el concreto no tiene un comportamiento perfectamente elástico.

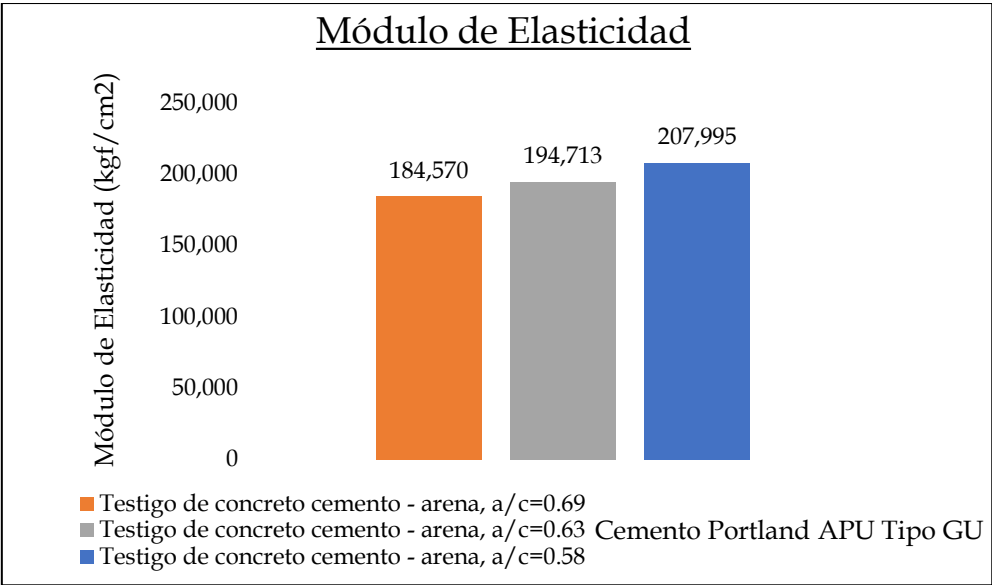
Los ensayos de módulo de elasticidad se realizaron de acuerdo a la NTP 339.084 con la muestra de 03 testigos a la edad de 28 días por cada relación. En los siguientes cuadros se mostrarán los resultados de las pruebas realizadas.

Tabla N° 34. Módulo de elasticidad estático del concreto.

Módulo elástico - 28 DÍAS (Kg/cm²)			
Cemento Portland/ Agregado de cantera fluvial			
Tiempo (días)	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58
28 días	184,570	194,713	207,995

Fuente: Elaboración propia (2024)

Gráfico N° 30. Resumen de módulo de elasticidad del concreto.



Fuente: Elaboración propia (2024)

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el siguiente capítulo se presentan y analizan los resultados obtenidos en diferentes ensayos propuestos, para evaluar las propiedades mecánicas a edades de 7, 14 y 28 días del concreto cemento - arena planteados en los capítulos anteriores. De igual manera se analiza los datos de las diferentes propiedades del concreto cemento - arena, iniciando con la caracterización del agregado fino, posterior a esto se analiza al concreto en estado fresco y en estado endurecido.

Los ensayos realizados se desarrollaron en las instalaciones del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales de la UCP (Universidad Científica del Perú).

5.1. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos de los diferentes ensayos desarrollados dentro la investigación se procede a su posterior evaluación:

- **Evaluación del cemento empleado.**

De acuerdo a la investigación se usó cemento Portland hidráulico de uso general (cemento APU Tipo GU) por ser más comercial en nuestro medio, se optó por el tipo de cemento por no requerir de propiedades específicas, además cumple con la respectiva normativa y está clasificado dentro de la norma ASTM C 1157, que corresponde a cementos por la especificación del performance.

- Evaluación del agregado fino.

El agregado fino empleado no cumple con la gradación establecida en la NTP 400.037, pero la norma permite su uso si se presentan estudios que aseguren su idoneidad para producir concreto de calidad, no encontrándose en ningún grupo mencionadas en la norma, como son: Grupo C, que corresponde a arenas gruesas; Grupo M, corresponde a arenas intermedias y por último el Grupo F, que corresponde a arenas finas.

El módulo de finura de nuestro agregado es de 1.45, por debajo del rango permitido por la norma ASTM C 33, que debe ser mayor o igual a 2.3 y menor o igual a 3.1. Lo que indica una superficie específica alta y requerirá mayor cantidad de pasta para cubrirlo.

La superficie específica obtenida es de 72.93 cm²/gr, que es particular en las arenas finas, esto genera un aumento en el área superficial a cubrir con pasta, requiriendo más agua y cemento para mantener la consistencia deseada.

El ensayo del material que pasa por la malla N° 200 es de 2.45 %. Valor dentro lo indicado según la norma ASTM C 33, donde recomiendan valores máximos que pasan por esta malla de 3 % que se va a emplear en concreto sujetos a proceso abrasivos y un 5 % en otros concretos.

El peso específico obtenido es 2.662 gr/cm³, está comprendido entre los valores comúnmente usados dentro de los límites de 2.6 a 3.0, en relación con la importancia del peso específico puede indicar que tan poroso, absorbente y débil puede ser un agregado.

El valor de porcentaje de absorción según el promedio de los ensayos resultó de 0.80 %, resultando éste un valor promedio comprendido entre los ensayos realizados. El porcentaje de absorción cumple un rol muy importante dentro el

agregado, ya que permite corregir las humedades de los agregados, éste es un indicador necesario para controlar el incremento de agua dentro de la mezcla para así obtener resistencias deseadas, si no se logra controlar la dosificación de agua en la mezcla la calidad de la resistencia a la compresión disminuirá notablemente.

El peso unitario suelto y compactado obtenido son 1324 y 1539 Kg/m³, estos valores obtenidos son el resultado del promedio de los ensayos, este valor es requerido para las conversiones del concreto por peso y volumen, se observa que el resultado del peso unitario compactado es mayor respecto al peso suelto.

Los valores obtenidos de contenido de humedad encontrado al momento de realizar el diseño de mezcla son de 8.04 %, dato muy necesario para las correcciones de humedad del agregado en la dosificación del diseño de mezcla.

- Evaluación del concreto en estado fresco.

En la investigación realizada se trabajaron con las siguientes relaciones a/c: 0.58, 0.63 y 0.69 para los diseños respectivamente. Se tomaron medidas de las consistencias. Encontrándose valores de consistencia para las relaciones a/c=0.58, 0.63 y 0.69 de 3 5/8", 4 1/2" y 5" respectivamente. Sabemos que la consistencia de una mezcla está en función de su contenido de agua y las características físicas del agregado.

El contenido de aire atrapado por el método gravimétrico en las relaciones de a/c= 0.58, 0.63 y 0.69 son de 4.94%, 3.87% y 2.78%. Es evidente que existen varios factores que afectan a la mezcla de concreto que hacen que se originen mayor cantidad de aire atrapado, los factores como la temperatura el tiempo de mezclado deben ser muy bien controlados, porque a mayor tiempo de agitación dentro de la mezcladora origina mayor contenido de aire atrapado dentro la mezcla.

Los valores obtenidos de temperatura del concreto cemento – arena recién mezclados para las relaciones de a/c 0.58, 0.63 y 0.69 son 34.10, 35.90 y 34.20 °C respectivamente; estos valores se ven influenciados por las altas temperaturas de nuestra zona, también se debe considerar el aporte calorífico de cada uno de sus componentes, ya que la influencia de cada material depende de su calor específico, de su masa, y de su temperatura. Algo que no debemos hacer de lado, es el calor liberado por la hidratación del cemento, en este caso si tenemos relaciones de a/c bajas, el factor cemento producirá mayor calor de hidratación por las reacciones químicas que se presentan.

El peso unitario obtenido de los diseños de mezclas de relaciones a/c=0.58, 0.63 y 0.69 fueron 2076.52, 2071.67 y 2066.02 Kg/m³. Según esto podemos afirmar que a mayor relación a/c de las mezclas el peso unitario aumenta debido a la afectación de la cantidad de material del agregado fino dentro de la mezcla.

- **Evaluación del concreto en su estado endurecido.**

Resistencia a la compresión: La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.58 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 249, 309 y 333 Kg/cm². Encontrándose las ganancias de resistencia de 74.77%, 92.79% y 100.00% según los días ensayados. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.63 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 217, 261 y 274 Kg/cm². Encontrándose las ganancias de resistencia de 79.20%, 95.26% y 100.00% según los días ensayados. La resistencia a la compresión obtenida para la relación a/c de 0.69 respectivamente para los 7, 14, y 28 días resultaron las siguientes: 173, 222 y 234 Kg/cm². Encontrándose las ganancias de resistencia de 73.93%, 94.87% y 100.00% según los días ensayados. De esto podemos observar que a mayor relación a/c, la resistencia a la compresión es menor. Esto se debe a la poca presencia de pasta que existen en la relación a/c = 0.69, al tener un bajo contenido de cemento contiene más agua que no intervienen el proceso de hidratación.

En nuestra investigación se mostraron ya los resultados obtenidos, mientras que (Tenorio & Acosta, 2020) en su tesis denominada “Estudio comparativo de las propiedades del concreto: con arena de cantera fluvial – comunidad Astoria y con arena de cantera cuarzosa – comunidad Varillal en Iquitos”, obtuvo los siguientes resultados que se muestran en las siguientes tablas (Tablas N° 35, 36 y 37):

Tabla N° 35. Resumen de los ensayos realizados al agregado fino.

Ensayos realizados a los agregados	Cantera cuarzosa	Cantera fluvial
Módulo de fineza	1.13	1.72
Superficie específica (cm ² /gr)	74.62	67.77
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1516	1396
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1749	1548
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.66	2.71
Porcentaje de absorción (%)	0.37	1.54

Fuente: Tenorio & Acosta (2022); pág. 230

De acuerdo con la normativa peruana, estos valores no alcanzan el mínimo requerido para su uso en concretos y morteros estructurales. La superficie específica de estas arenas presenta valores elevados, lo que indica que, al realizar los diseños de mezcla, será necesario utilizar mayor cantidad de pasta para cubrir el área superficial. Además, los asentamientos del diseño deben ser óptimos, ya que, a mayor superficie específica, menor será la consistencia de la mezcla. Estos altos valores también sugieren que los granos de estas arenas tienen diámetros más pequeños. Los pesos unitarios, tanto sueltos como compactados, así como la gravedad específica, se encuentran dentro de los rangos establecidos para los agregados finos (arenas). Los valores de absorción están dentro de los límites estipulados para un agregado fino, pero también señalan que, a mayor absorción, se requerirá más agua en la mezcla para alcanzar el asentamiento necesario u óptimo (Tenorio & Acosta; 2022).

Tabla N° 36. Resumen de los ensayos al concreto fresco.

Ensayos realizados al concreto fresco	Cantera cuarzosa			Cantera fluvial		
	0.64	0.70	0.77	0.58	0.63	0.69
Peso Unitario (kg/m ³)	2084	2078	2043	2081	2069	2057
Contenido de aire (método gravimétrico) (%)	5.74	5.66	4.35	6.32	5.98	5.74
Slump (Pulg.)	4.92	5.00	4.50	4.17	4.83	4.92
Temperatura (°C)	32.8	34	33.2	32.1	33.5	33.7

Fuente: Tenorio & Acosta (2022); pág. 232

Los resultados del peso unitario del mortero son más bajos que los del concreto convencional, y se evidencia que la relación agua/cemento aumenta y el peso unitario tiende a reducirse. No obstante, al comparar la resistencia a la compresión de los morteros con parámetros similares, se obtiene un mejor rendimiento cuando se utiliza arena de cantera fluvial. En cuanto al contenido de aire, medido por el método gravimétrico, se encuentra que el mortero con arena de cantera fluvial tiene un mayor porcentaje de aire atrapado, mientras que, en ambos tipos de mortero, el contenido de aire disminuye a medida que aumenta la relación agua/cemento. Sin embargo, al analizar la resistencia a la compresión de los morteros con valores similares, el contenido de aire gravimétrico resulta ser igual en ambos casos. Los morteros elaborados con ambas arenas y en diferentes proporciones de agua/cemento cumplieron con el valor máximo permitido por la normativa peruana. Pese a que las condiciones ambientales para la preparación del mortero fueron controladas, como el uso de agua potable a 25 °C y la preparación realizada entre las 4 p.m. y 6 p.m., con una temperatura ambiente de 30 °C a 32 °C (Tenorio & Acosta; 2022).

Tabla N° 37. Resumen de los ensayos al concreto endurecido.

Ensayos realizados al concreto endurecido	Cantera cuarzosa			Cantera fluvial		
	0.64	0.70	0.77	0.58	0.63	0.69
Resistencia a la compresión (kg/cm ²) - 28 días	282	248	195	376	322	271
Resistencia a la tracción (kg/cm ²) - 28 días	24	22	20	30	27	23
Resistencia a la flexión (kg/cm ²) - 28 días	45.00	40.00	33.00	50.00	42.00	36.00
Módulo de elasticidad (kg/cm ²) - 28 días	216471	199214	178260	186257	178909	164334

Fuente: Tenorio & Acosta (2022); pág. 234

En los morteros preparados, se observa que al aumentar la cantidad de bolsas de cemento y la relación agua/cemento, los resultados en resistencia a la compresión, tracción y flexión mejoran. Los datos indican que, utilizando ambas canteras de arena y cemento Inka tipo Ico, se alcanzaron los valores esperados, y se confirma que la resistencia a la tracción está directamente relacionada con la resistencia a la compresión. Además, al comparar los valores de resistencia a la flexión y el módulo elástico, se nota que cuando la relación agua/cemento es

similar, el mortero producido con la cantera cuarzosa supera al elaborado con la cantera fluvial. Sin embargo, al analizar la resistencia a la compresión de los morteros con valores similares, la resistencia a la tracción, flexión y el módulo elástico es mayor en los morteros con arena de cantera cuarzosa (Tenorio & Acosta; 2022).

Por otro lado, (Trujillo Pinedo, Danny Jim; 2021) en su tesis denominada: “Influencia del aditivo superplastificante Neoplast 8500 HP en las propiedades del concreto cemento – arena empleando agregado fino de la cantera Las Amazonas carretera Iquitos – Nauta km 20, Iquitos 2021”, obtuvo los siguientes resultados que se muestran en los siguientes resúmenes (Tabla a, b y c).

a. Resultados de la caracterización de los agregados.

ENSAYO REALIZADOS A LOS AGREGADOS	CANTERA CUARZOSA
Módulo de fineza	1.09
Superficie específica (cm ² /gr)	51.08
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1529
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1748
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.642
Peso específico de masa saturada superficilmente seco (gr/cm ³)	2.645
Peso específico de masa seca (gr/cm ³)	2.650
Porcentaje de absorción (%)	0.11

Fuente: Trujillo Pinedo, Danny Jim (2021)

b. Resultados del concreto cemento – arena en su estado fresco.

ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO	CANTERA CUARZOSA		
	0.68	0.62	0.56
Peso unitario (kg/m ³)	2101.87	2076.88	2142.79
Rendimiento (m ³ /bolsa)	0.95717	0.964193	0.9507
Contenido de aire método gravimétrico (%)	4.51	5.2	3.86
Consistencia (pulgadas)	4 3/4	7 3/4	1 1/2
Temperatura (°C)	31.40	31.30	31.00

Fuente: Trujillo Pinedo, Danny Jim (2021)

c. Resultados del concreto cemento – arena en su estado endurecido.

ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO	CANTERA CUARZOSA		
	0.68	0.62	0.56
Resistencia a la compresión (kg/cm ²) - 28 días	219	257	328
Resistencia a la flexión (kg/cm ²) - 28 días	39	40	50

Fuente: Trujillo Pinedo, Danny Jim (2021)

En los diseños preparados por el investigador, se observa características propias de las arenas cuarzosas, notando que no se cumple con el parámetro de módulo de fineza del agregado, estando por debajo de lo permitido según norma. Los otros parámetros están dentro del rango para su posterior evaluación en los diseños de mezclas.

Respecto a las características del concreto en su estado fresco se nota incidencias en el peso unitario; decrece respecto a la relación $a/c = 0.56$. En tanto, el contenido de aire (método gravimétrico) va en aumento respecto a la relación mínima de $a/c = 0.56$. Se nota cambio respecto a la consistencia, difiere por la cantidad de agua utilizada para buscar la mejor trabajabilidad de la mezcla.

En la evaluación del concreto en su estado endurecido se llegó a resistencias esperadas, pese a trabajar con características del agregado con módulo de fineza bajos. Observándose que la relación más óptima se encuentra en la relación $a/c = 0.56$. En los concretos cementos – arena se evidencia que a mayor cantidad de bolsas de cemento y a menor relación a/c los resultados a la compresión y flexión serán mayores.

5.2. CONCLUSIONES

Una vez aplicado el instrumento de recolección de datos, procesados los mismos y obtenida la información que de ello se generó conjuntamente con los respectivos análisis se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Respecto a las características del agregado fino de la cantera fluvial se muestra el resumen de los ensayos realizados:

ENSAYO REALIZADOS A LOS AGREGADOS	CANTERA FLUVIAL
Módulo de fineza	1.45
Superficie específica (cm ² /gr)	72.93
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1324
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1539
Peso específico aparente (gr/cm ³)	2.662
Peso específico de masa saturada superficialmente seco (gr/cm ³)	2.683
Peso específico de masa seca (gr/cm ³)	2.720
Porcentaje de absorción (%)	0.80
Contenido de humedad (%)	8.04

Fuente: Elaboración propia (2024)

A. Agregado fino

El agregado fino utilizado en esta investigación respecto a la granulometría y su módulo de fineza no cumple con los requisitos mínimos establecidos por la norma NTP 400.037, en nuestro caso se obtuvo un módulo de finura de 1.45. Nuestro agregado fino es considerado un agregado fino marginal.

La superficie específica de la arena fluvial investigada presenta valores elevados, de manera tal, que al momento de realizar los diseños de mezclas se necesitará de mayor pasta para cubrir el área superficial de las partículas. Cabe indicar que estos valores de superficies específicas altas indican que las partículas de las arenas son de diámetros menores.

Los valores de pesos específicos, peso unitario suelto y compactado se encuentran dentro de los parámetros establecidos para el agregado fino.

El valor de absorción del agregado de cantera fluvial se encuentra en el rango establecido, indicando que el agregado fino necesitará de mayor cantidad de agua en el uso de diseño de mezcla.

Peso unitario: Obtuvimos valores de 2066.02, 2071.67 y 2076.52 Kg/m³ respecto a las relaciones a/c de 0.58, 0.63 y 0.69. El peso unitario aumenta conforme se incrementa la relación a/c y los resultados comprenden valores de pesos unitarios de concreto normal.

Contenido de aire: Existe una tendencia de disminución de contenido de aire respecto a la relación a/c, los valores van disminuyendo desde 5.42, 3.87 y 2.28% respecto de sus relaciones a/c de 0.58, 0.63 y 0.69. Estos valores fueron encontrados en el laboratorio por el método gravimétrico, los valores obtenidos son muchos mayores que en un concreto convencional.

Respecto a la temperatura de la mezcla de concreto en la relación a/c = 0.58, se obtiene como resultado 34.10°C, en la relación a/c = 0.63, un valor de 35.90 °C y en la relación a/c=0.69, se obtiene como resultado un valor de 34.20 °C. En la investigación la temperatura del concreto no originó ningún problema en los resultados de resistencia.

Respecto a las características del concreto en su estado fresco, en relaciones agua/cemento de 0.58, 0.63 y 0.69, se concluye lo siguiente:

ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO FRESCO	CANTERA FLUVIAL		
	0.58	0.63	0.69
Peso unitario (kg/m ³)	2076.52	2071.67	2066.02
Rendimiento (m ³ /bolsa)	0.9677	0.9568	0.9460
Contenido de aire método gravimétrico (%)	4.94	3.87	2.78
Consistencia (pulgadas)	5	4 1/2	3 5/8
Temperatura (°C)	34.10	35.90	34.20

Fuente: Elaboración propia (2024)

El valor de peso unitario disminuye a medida que la relación agua/cemento aumenta. Se tiene claro que estos valores están por debajo de los pesos unitarios de concretos normales.

Respecto al rendimiento de los diseños de mezclas realizados se evidencia que éstos disminuyen a medida que se aumenta la relación agua/cemento.

El contenido de aire (método gravimétrico), no experimenta cambios significativos respecto a las relaciones agua/cemento. A mayor relación agua/cemento el contenido de aire (método gravimétrico) disminuye.

Respecto a la consistencia, el agregado fino de cantera fluvial tiene mucha incidencia, puesto que las partículas absorben agua directamente en la mezcladora, disminuyendo la manejabilidad de la mezcla, esto se debe a la alta superficie específica que presenta el agregado fino. Puesto que será necesario cubrir con mayor pasta. Se evidencia de forma decreciente la consistencia en los diseños de mezcla.

La temperatura del concreto no originó ningún inconveniente tanto en estado fresco como endurecido; los valores de temperatura se encuentran por encima de lo permitido por la norma técnica peruana.

Respecto a las características del concreto en su estado endurecido, en relaciones agua/cemento de 0.58, 0.63 y 0.69, se concluye lo siguiente:

ENSAYOS REALIZADOS AL CONCRETO ENDURECIDO	CANTERA FLUVIAL		
	0.58	0.63	0.69
Resistencia a la compresión (kg/cm ²) - 28 días	333	274	234
Resistencia a la tracción (kg/cm ²) - 28 días	30.8	26.3	22.3
Resistencia a la flexión (kg/cm ²) - 28 días	41	35	31
Módulo de elasticidad (kg/cm ²) - 28 días	207,995	194,713	184,570

Fuente: Elaboración propia (2024)

Resistencia a la compresión: Se nota una tendencia de incremento de resistencia a la compresión a los 28 días de los testigos. De esto podemos observar que a mayor relación a/c, la resistencia a la compresión serán menores. Pese a realizar los ensayos con agregado fino marginal se obtuvieron resultados favorables, en cuanto a la producción se observa que podemos obtener agregados aceptables dentro de determinados límites.

Resistencia a la tracción: Se evidencia un incremento de resistencia a la tracción a los 28 días de los testigos, notándose que los resultados decrecen cuando se aumenta la relación a/c.

Resistencia a la flexión en vigas: La relación más óptima para encontrar valores de módulo de rotura considerables se encuentra en la relación a/c=0.58, respecto a las relaciones a/c=0.63 y a/c=0.69.

Módulo de elasticidad: Hay una tendencia de incremento del módulo elástico en el concreto. Se observa que a relaciones mayores de a/c se obtendrá menos valor en el módulo elástico.

Respecto a la verificación de la hipótesis planteada se verificó en base a los resultados obtenidos del concreto cemento – arena en su estado endurecido (resistencia a la compresión) cumple con el rango de aceptación propuesta por

las normas existentes en el Perú, respecto a la propiedad mecánica del concreto; la cual se confirma la hipótesis planteada. La cual conllevan a analizar la viabilidad técnica del uso de agregado fino procedente de las canteras fluviales.

5.3. RECOMENDACIONES

En función de las conclusiones que resultan de esta investigación, se plantea un conjunto de recomendaciones con el fin de validar con mayor relevancia algunos de los resultados obtenidos. Entre las recomendaciones que se consideran como fundamentales, se tiene:

Se debe tener un control exhaustivo en el mezclado de la mezcla, para asegurar una distribución uniforme de los materiales.

Se recomienda tener un tiempo prudente de mezclado para asegurar una completa hidratación del cemento, generalmente entre 3 y 5 min.

Considerar para próximas investigaciones el uso de aditivos plastificantes para tener referencia de la trabajabilidad y el comportamiento mecánico de las mismas en el concreto en su estado endurecido.

Controlar la temperatura, evitar mezclar en condiciones extremas de temperatura, ya que puede afectar directamente la hidratación y el rendimiento del cemento.

Se debe considerar eliminar las impurezas del agregado fino del cauce fluvial en caso presenten. Caso contrario afectarían directamente la resistencia del concreto.

Realizar ensayos químicos al agregado fino para descartar algún contaminante y verificar que se cumpla según lo establecido en la normativa peruana.

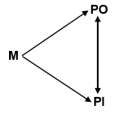
Referencias bibliográficas

1. **ARI, ISMAEL.** *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 : s.n., 2002.
2. **BARBA, CHRISTIAN y GARCIA , VICTOR.** *Estudio exploratorio en diseño de mezclas del concreto cemento -arena liviano empleando perlitas de poliestireno, arcilla expandida y agregado fino de la cantera Irina Gabriela, distrito de San Juan Bautista, Iquitos 2018.* Iquitos : Universidad Científica del Perú, 2018.
3. **BAZAN, E. y MELI, R.** *Diseño Sísmico de edificios.* s.l. : Limusa, 2001.
4. **CHAVEZ, MIGUEL y PINCHI, EDUARDO.** *Producción Industrial de agregados y concreto en la ciudad de Tarapoto.* Tarapoto : s.n., 2015.
5. **DAVILA, DAVID y VARGAS, ERIC JOE.** *Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del concreto cemento-arena, utilizando agregado fino de la Cantera Bocanegra del sector de Peña Negra, Distrito de San Juan Bautista.* Iquitos : Universidad Científica del Perú, 2006.
6. **GONZALES, FEDERICO.** *Manual de Supervisión de Obras de Concreto.* Mexico : Limusa, 2002.
7. **LOPEZ, MIGUEL y ABRAHAM Y OTROS.** *Metodología para la determinación de la reacción álcali-sílice (RAS).* Querétaro : Instituto Mexicano de Transporte, 2023.
8. **NORMA TECNICA NTP 400.012. AGREGADOS.** *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Lima : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO, 2001.
9. **TENORIO, JUAN y ACOSTA, SERGIO.** *Estudio comparativo de las propiedades del concreto (cemento-arena): con arena de cantera fluvial - Comunidad Astoria y con arena de cantera cuarzosa - Comunidad Varillal en la Ciudad de Iquitos.* Iquitos : Universidad Científica del Perú, 2022.
10. **PAUCARPOMA, LUIS.** *Propiedades del concreto estructural, obtenido a partir del agregado global natural de canteras de San Lorenzo, Río Marañon, Perú. 2020.* Iquitos : Universidad Científica del Perú, 2020.

11. **PASQUEL CARBAJAL, ENRIQUE.** *Tópicos de Tecnología del Concreto.* Lima : Capítulo de Ingeniería Civil, 2011.
12. **PORTELO, JOSIEL y REATEGUI, AGUILAR.** *Evaluación del concreto cemento-arena de $f'c=210$ kg/cm² con arena del Río Amazonas, utilizando en la obra "Mejoramiento de la vía de acceso al AA.HH. Ciudad Jardín, AA.HH. ampliación Ciudad y Caserío Cabo Lopez, Distrito de Belén - Maynas - Loreto.* Iquitos : Universidad Científica del Perú, 2022.
13. **QUINBAY, R.** *Estimación del módulo de elasticidad del concreto y del mortero mediante TCTM.* s.l. : Universidad Nacional de Colombia, 2012.
14. **RIOS, EDUARDO.** *Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como sustituto porcentual del agregado fino en la elaboración del concreto Hidráulico.* Lima : s.n., 2011.
15. **RIVVA, ENRIQUE.** *Diseño de Mezclas.* Lima : Fondo Editorial ICG, 2007.
16. **SÁNCHEZ, KEMMER.** *La influencia del uso de aditivo superplastificante en la consistencia y desarrollo de resistencias de concreto para $f'c= 175, 210, 245$ kg/cm².* 2017.

ANEXO A

- Matriz de Consistencia

Título	Problema General y Específicos	Objetivo General y Específicos	Hipótesis	Variables e Indicadores	Diseño de Investigación	Métodos y Técnicas de Investigación	Población y Muestra de Estudio
“Propiedades del concreto (cemento – arena), obtenido a partir de arena de cantera fluvial – desembocadura del río Tigre en río Marañón, Perú - 2023”.	<u>General</u> ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena) con arena de cantera fluvial de la desembocadura del río Tigre en el río Marañón? <u>Específicos</u> 1. ¿Cuáles son las propiedades del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón? 2. ¿Cómo se comparan las características del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón con los agregados finos cuarzosos de la zona de Iquitos? 3. ¿Cuál es la viabilidad técnica y económica del uso del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón?	<u>General</u> Conocer las propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento – arena) con arena de cantera fluvial de la desembocadura del río Tigre en el río Marañón. <u>Específicos</u> 1.- Conocer las propiedades del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón. 2.- Comparar las características del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón con los agregados finos cuarzosos de la zona de Iquitos. 3.- Determinar la viabilidad técnica y económica del uso del agregado fino fluvial de la cantera en la desembocadura del río Tigre en el río Marañón.	Propiedades físicas y mecánicas del concreto (cemento-arena) con arena de cantera fluvial de la desembocadura del Río Tigre en el Río Marañón satisfacen las necesidades requeridas en la construcción de elementos estructurales.	$X = V_1$ Tipo de agregado fino. Indicadores: Peso/Volumen $Y = V_2$ Propiedades mecánicas del concreto cemento - arena Indicadores: Fuerza/Área Fuerza/Área/Deformación unitaria	El presente proyecto de investigación es de tipo Experimental, no obstante, al describir las variables se manipulará la variable independiente Su esquema es:  Donde: M: Meta poblacional de investigación PO: Meta observada anteriormente PI: Meta actual de investigación.	MÉTODOS: · Experimental. · Analítico · Descriptivo TÉCNICAS: -Trabajo de gabinete. -Análisis documental. - Trabajo de campo: Medición y ensayos correspondientes a la investigación.	POBLACIÓN: Arenas fluviales grises dentro de la Región Loreto MUESTRA: La muestra estará conformada por probetas cilíndricas distribuidas de la siguiente manera: Para los diseños concreto cemento – arena se tendrá 15 testigos a moldear x 3 días a evaluar x 3 diseños de concreto = 135 probetas Para el diseño de las vigas de concreto se tendrá 4 vigas a moldear x 2 días a evaluar x 3 diseños de concreto = 24 vigas

ANEXO B

- Caracterización del agregado fino

CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO

Procedencia del agregado fino: Cauce del río Amazonas

- Análisis granulométrico

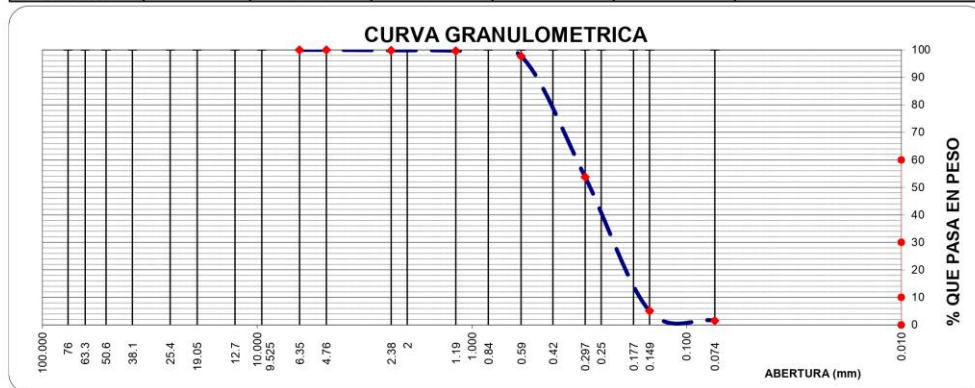
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
 Ubicación : Desembocadura del río Tigre en el río Marañón.

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					
3/4"	19.050					Clas. SUCS : SP Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 301.93 Muestra Lavada: 297.21
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.52	0.17	0.17	99.83	MF : 1.44 Superficie específica: 73.33
N°16	1.190	0.55	0.18	0.35	99.65	
N°30	0.590	5.89	1.95	2.31	97.69	
N°50	0.297	132.75	43.97	46.27	53.73	
N°100	0.149	146.79	48.62	94.89	5.11	
N°200	0.074	10.71	3.55	98.44	1.56	
Pasa N°200		4.72	1.56			



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 gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color gris, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.56 %.
 El módulo de fineza del agregado es 1.44.

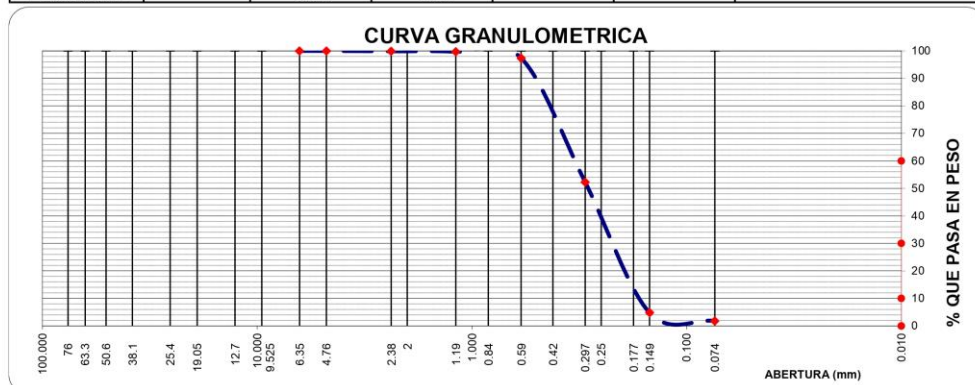
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136**

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
 Ubicación : Desembocadura del río Tigre en el río Marañón.

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					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	0.40	0.13	0.13	99.87	Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 300.13 Muestra Lavada: 294.77 MF : 1.46 Superficie específica: 72.79
N°16	1.190	0.50	0.17	0.30	99.70	
N°30	0.590	7.00	2.33	2.63	97.37	
N°50	0.297	135.39	45.11	47.74	52.26	
N°100	0.149	142.38	47.44	95.18	4.82	
N°200	0.074	9.10	3.03	98.21	1.79	
Pasa N°200		5.36	1.79			



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 gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color gris, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.79 %.
 El módulo de fineza del agregado es 1.46.

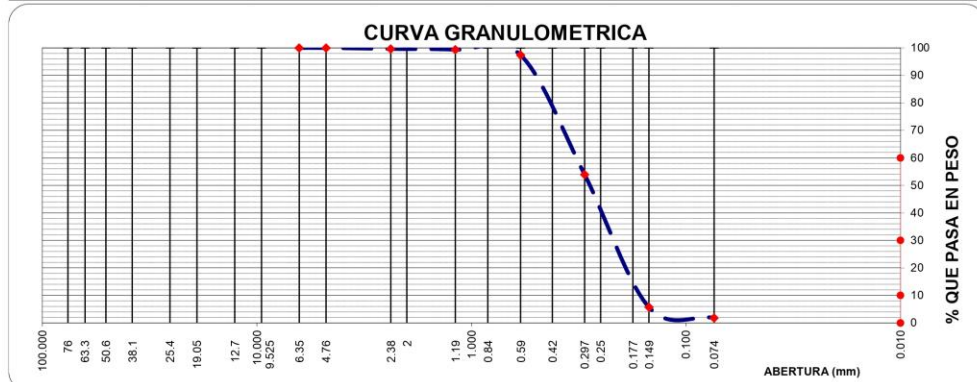
Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM C - 136**

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
 Ubicación : Desembocadura del río Tigre en el río Marañón.

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					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					
N°04	4.760				100.00	
N°08	2.380	1.11	0.36	0.36	99.64	Peso de Muestra en Gr. Muestra Seca : 310.30 Muestra Lavada: 304.64 MF : 1.44 Superficie específica: 72.68
N°16	1.190	0.91	0.29	0.65	99.35	
N°30	0.590	6.15	1.98	2.63	97.37	
N°50	0.297	134.73	43.42	46.05	53.95	
N°100	0.149	149.65	48.23	94.28	5.72	
N°200	0.074	12.09	3.90	98.18	1.82	
Pasa N°200		5.66	1.82			



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 gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color gris, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
 El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 1.82 %.
 El módulo de fineza del agregado es 1.44.

- **Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.**

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
ASTM C - 29**

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
 Ubicación : Desembocadura del río Tigre en el río Marañón.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	6646	6662	6658
PESO DE MOLDE (gr.)	2913	2913	2913
PESO DE MUESTRA	3733	3749	3745
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.320	1.326	1.325
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,324		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	52.34%		

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 gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1324 Kg/m3.

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
ASTM C - 29**

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
 Ubicación : Desembocadura del río Tigre en el río Marañón.

N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7245	7287	7263
PESO DE MOLDE (gr.)	2913	2913	2913
PESO DE MUESTRA	4332	4374	4350
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.532	1.547	1.539
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,539		
PORCENTAJE DE VACÍOS (%)	44.25%		

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 gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1539 Kg/m3.

- Gravedad específica y absorción del agregado fino.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO
ASTM C - 128**

DATOS DE CAMPO

Cantera : Arena de río (cauce fluvial)
 Ubicación : Desembocadura del río Tigre en el río Marañón.

Agregado Fino

N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	220.15	221.08	230.37	
B	Peso Frasco + H ₂ O	707.46	676.32	719.23	
C	Peso Frasco + H ₂ O + A = (A+B)	927.61	897.40	949.60	
D	Peso de Mat. + H ₂ O en el Frasco	844.19	813.36	866.74	
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	83.42	84.04	82.86	
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	218.46	219.15	228.67	
G	Vol. Masa = (E-A+F)	81.73	82.11	81.16	
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.619	2.608	2.760	2.662
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.639	2.631	2.780	2.683
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.673	2.669	2.818	2.720
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.77	0.88	0.74	0.80

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 gris, trasladada al Laboratorio por los bachilleres.

RESULTADOS : El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.662 gr/cc.
 El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.8%.

- Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

**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)	356.98	368.54	348.15
PESO DE MUESTRA LAVADA + TARA (gr)	351.15	361.64	340.54
PESO DE TARA (gr)	78.36	81.25	82.36
% QUE PASA LA MALLA N°200	2.09	2.40	2.86
PROMEDIO DE % QUE PASA MALLA N°200	2.45		

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 2.45 %.

ANEXO C

- Diseño de mezcla del concreto cemento – arena.

DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO CEMENTO – ARENA

- Diseño de mezcla de concreto cemento – arena, relación a/c=0.58.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

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

2. AGREGADOS

AGREGADO FINO

Peso Específico	:	2.662 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.80 %
Peso Unitario Suelto	:	1,324 Kg/m3
Peso Unitario Compactado	:	1,539 Kg/m3
Modulo de Fineza	:	1.45
Humedad para Diseño	:	8.04 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua	300	Lts/m3				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.58				
Factor Cemento	C=A/Rac	300.00	/	0.58	=	517.2
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %			=	12.17 Bls./m3

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	517.2	/	3030	=	0.171 m3
Agua	:	300.00	/	1000	=	0.300 m3
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m3
						<u>0.556 m3</u>

Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.556	=	0.444 m3
Peso del Agregado Fino	:	0.444	x	2662	=	1182.7 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	517.2 Kg/m3
Agua	:	300.0 Lts/m3
Agregado Fino	:	1182.7 Kg/m3

6. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1182.70	x	1.0804	=	1277.79 Kg/m3
Humedad Superficial A. Fino	:	8.04	-	0.80	=	7.24 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1182.70	x	0.0724	=	85.63 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	300.00	-	85.63	=	214.4 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	517.2 Kg/m ³
Agua	:	214.4 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1277.8 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	517.20	/	517.20	=	1.00
Agregado Fino	:	1277.79	/	517.20	=	2.47
Agua	:	0.41	x	42.50	=	17.43

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	2.47	:	17.43	Lts/m ³

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1430.45 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.57	:	17.43	Lts/m ³

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	105.0 Kg
Agua Efectiva	:	17.43 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RIO TIGRE EN RIO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 517.20 kg	0.17069 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1192.16 kg	0.44919 m3
AGUA	: 300.00 kg	0.30000 m3
TOTAL DE MATERIALES	2009.36 kg	0.920 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{2009.36 \text{ kg}}{0.920 \text{ m}^3} = 2184.35 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18034	18025	18047
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14688	14679	14701
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.076	2.075	2.078
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.07652		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2076.52		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2009.36 \text{ kg.}}{2076.523333 \text{ kg/m}^3} = 0.967656 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.967656 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.968$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{517.2 \text{ m}^3}{0.967656 \text{ m}^3} = 534.49 \text{ kg/m}^3 = 12.58 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 4.94 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 3 5/8"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 34.1 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	: 534.49 kg	0.176 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	: 1232.01 kg	0.464 m3
AGUA	: 310.03 lts.	0.310 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.050 m3
TOTAL	2076.52 kg	1.0000 m3

- Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación a/c=0.63.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

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

2. AGREGADOS

AGREGADO FINO

Peso Específico	:	2.662 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.80 %
Peso Unitario Suelto	:	1,324 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,539 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	1.45
Humedad para Diseño	:	8.04 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua	315	Lts/m ³				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.63				
Factor Cemento	C=A/Rac	315.00	/	0.63	=	500
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%			
					=	11.76 Bls./m ³

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	500	/	3030	=	0.165 m ³
Agua	:	315.00	/	1000	=	0.315 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.565 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.565	=	0.435 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.435	x	2662	=	1157.9 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	500.0 Kg/m ³
Agua	:	315.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1157.9 Kg/m ³

6. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1157.90	x	1.0804	=	1251.00 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	8.04	-	0.80	=	7.24 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1157.90	x	0.0724	=	83.83 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	315.00	-	83.83	=	231.2 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	500.0 Kg/m ³
Agua	:	231.2 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1251.0 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	500.00	/	500.00	=	1.00
Agregado Fino	:	1251	/	500.00	=	2.50
Agua	:	0.46	x	42.50	=	19.55

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	2.50	:	19.55	Lts/m ³

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1430.45 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.60	:	19.55	Lts/m ³

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	106.3 Kg
Agua Efectiva	:	19.55 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	500.00 kg	0.16502 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1167.16 kg	0.43978 m3
AGUA	315.00 kg	0.31500 m3
TOTAL DE MATERIALES	1982.16 kg	0.920 m3

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{1982.16 \text{ kg}}{0.920 \text{ m}^3} = 2155.01 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	18004	17984	18015
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14658	14638	14669
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm3)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm3)	2.072	2.069	2.074
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm3)	2.07167		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m3)	2071.67		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1982.16 \text{ kg}}{2071.67 \text{ kg/m}^3} = 0.956793 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.956793 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.957$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{500 \text{ m}^3}{0.956793 \text{ m}^3} = 522.58 \text{ kg/m}^3 = 12.3 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 3.87 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 4 1/2"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 35.9 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	522.58 kg	0.172 m3
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1219.87 kg	0.460 m3
AGUA	329.22 lts.	0.329 m3
AIRE ATRAPADO	0.00	0.039 m3
TOTAL	2071.67 kg	1.0000 m3

- Diseño de mezcla del concreto cemento – arena, relación a/c=0.69.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

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

2. AGREGADOS

AGREGADO FINO

Peso Específico	:	2.662 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.80 %
Peso Unitario Suelto	:	1,324 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,539 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	1.45
Humedad para Diseño	:	8.04 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACION

Estimación de Agua	330	Lts/m ³				
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.69				
Factor Cemento	C=A/Rac	330.00	/	0.69	=	478.3
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50	%		=	11.25 Bls./m ³

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	478.3	/	3030	=	0.158 m ³
Agua	:	330.00	/	1000	=	0.330 m ³
Aire Atrapado	:	8.50	/	100	=	0.085 m ³
						<u>0.573 m³</u>

Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000	-	0.573	=	0.427 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.427	x	2662	=	1137.1 kg

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	478.3 Kg/m ³
Agua	:	330.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1137.1 Kg/m ³

6. CORRECCION POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1137.10	x	1.0804	=	1228.52 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	8.04	-	0.80	=	7.24 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1137.10	x	0.0724	=	82.33 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	330.00	-	82.33	=	247.7 Lts.

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	478.3 Kg/m ³
Agua	:	247.7 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1228.5 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	478.30	/	478.30	=	1.00
Agregado Fino	:	1228.52	/	478.30	=	2.57
Agua	:	0.52	x	42.50	=	22.10

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	:	2.57	:	22.10	Lts/m ³

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1430.45 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

		C		AF		Agua	
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	:	2.67	:	22.10	Lts/m ³

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	109.2 Kg
Agua Efectiva	:	22.10 Lts.

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

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

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

PESO UNITARIO DE PRODUCCIÓN Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO

ASTM C-138

Relación agua/cemento: 0.69
 Cemento: APU Tipo GU

DOSEIFICACIÓN POR METRO CÚBICO DEL CONCRETO

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	478.30 kg	0.15785 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1146.20 kg	0.43188 m ³
AGUA	330.00 kg	0.33000 m ³
TOTAL DE MATERIALES	1954.50 kg	0.920 m³

S.S.S.* - saturado superficialmente seco

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

$$T = \frac{1954.50 \text{ kg}}{0.920 \text{ m}^3} = 2125.08 \text{ kg/m}^3$$

PESO UNITARIO DEL CONCRETO

(A) PESO DE MUESTRA + MOLDE (g)	17962	17953	17968
(B) PESO DE MOLDE (g)	3346	3346	3346
(C=A-B) PESO DE MUESTRA (g)	14616	14607	14622
(D) VOLUMEN DE MOLDE (cm ³)	7074	7074	7074
(D/C) PESO UNITARIO (g/cm ³)	2.066	2.065	2.067
PESO UNITARIO PROMEDIO (g/cm³)	2.06602		
PESO UNITARIO PROMEDIO (kg/m³)	2066.02		

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{1954.5 \text{ kg.}}{2066.02 \text{ kg/m}^3} = 0.946022 \text{ m}^3$$

$$\text{RENDIMIENTO RELATIVO} = \frac{0.946022 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 0.946$$

$$\text{CONTENIDO DE CEMENTO REAL} = \frac{478.3 \text{ m}^3}{0.946022 \text{ m}^3} = 505.59 \text{ kg/m}^3 = 11.9 \text{ bolsas/m}^3$$

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO 2.78 % Método gravimétrico
 ASENTAMIENTO (SLUMP) 5"
 TEMPERATURA DE LA MEZCLA 29.1 °C

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

	PESO	VOLUMEN ABSOLUTO
CEMENTO	505.59 kg	0.167 m ³
AGREGADO FINO (ESTADO S.S.S*)	1211.60 kg	0.457 m ³
AGUA	348.83 lts.	0.349 m ³
AIRE ATRAPADO	0.00	0.027 m ³
TOTAL	2066.02 kg	1.0000 m³

ANEXO D

- Propiedades del concreto endurecido

PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

- Resistencia a la compresión a los 7 días, relación $a/c=0.58$

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, $a/c=0.58$	04/09/2024	11/09/2024	7	10.20	199.7	20,363	81.6327	249	249
2	Testigo de concreto cemento - arena, $a/c=0.58$	04/09/2024	11/09/2024	7	9.96	193.6	19,739	77.8345	254	
3	Testigo de concreto cemento - arena, $a/c=0.58$	04/09/2024	11/09/2024	7	10.18	192.6	19,643	81.3927	241	
4	Testigo de concreto cemento - arena, $a/c=0.58$	04/09/2024	11/09/2024	7	10.16	203.3	20,729	81.0732	256	
5	Testigo de concreto cemento - arena, $a/c=0.58$	04/09/2024	11/09/2024	7	10.17	191.0	19,476	81.153	240	
6	Testigo de concreto cemento - arena, $a/c=0.58$	04/09/2024	11/09/2024	7	10.19	199.0	20,291	81.4727	249	
7	Testigo de concreto cemento - arena, $a/c=0.58$	04/09/2024	11/09/2024	7	10.17	200.1	20,406	81.2329	251	

DESVIACIÓN ESTANDAR
6.08

VARIANZA
36.95

COEF. DE VARIACION
2.44

- Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.58

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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 14 días
-----------	--------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	18/09/2024	14	10.19	234.7	23,932	81.5527	293	309
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	18/09/2024	14	10.21	251.5	25,643	81.793	314	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	18/09/2024	14	10.20	247.3	25,216	81.6327	309	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	18/09/2024	14	10.02	233.3	23,785	78.8543	302	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	18/09/2024	14	10.17	243.4	24,823	81.153	306	
6	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	18/09/2024	14	10.04	241.9	24,666	79.0906	312	
7	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	18/09/2024	14	10.01	249.8	25,471	78.697	324	

DESVIACIÓN ESTANDAR
9.76

VARIANZA
95.29

COEF. DE VARIACION
3.16

- Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.58

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---
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
-----------	--------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	9.92	250.9	25,587	77.2103	331	333
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	10.19	262.2	26,735	81.4727	328	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	9.91	250.9	25,587	77.1325	332	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	10.18	263.5	26,871	81.3927	330	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	9.95	258.2	26,327	77.6783	339	
6	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	9.90	254.2	25,920	76.8991	337	
7	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	10.17	265.0	27,020	81.153	333	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.89

VARIANZA
15.14

COEF. DE VARIACION
1.17

- Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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
-----------	-------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	9.94	161.5	16,469	77.6002	212	217
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	10.18	175.8	17,931	81.3927	220	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	10.19	176.9	18,036	81.5527	221	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	9.88	161.4	16,454	76.5886	215	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	9.88	169.2	17,256	76.5886	225	
6	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	10.18	171.5	17,492	81.3128	215	
7	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	10.19	166.7	17,002	81.4727	209	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.56

VARIANZA
30.90

COEF. DE VARIACION
2.56

- Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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 14 días
-----------	--------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	18/09/2024	14	9.97	196.3	20,021	78.0693	256	261
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	18/09/2024	14	10.18	206.6	21,071	81.3927	259	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	18/09/2024	14	10.00	202.0	20,602	78.5398	262	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	18/09/2024	14	10.18	206.4	21,051	81.3128	259	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	18/09/2024	14	10.00	197.7	20,157	78.4613	257	
6	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	18/09/2024	14	10.15	214.8	21,899	80.834	271	
7	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	18/09/2024	14	10.17	209.9	21,400	81.2329	263	

DESVIACIÓN ESTANDAR
5.07

VARIANZA
25.67

COEF. DE VARIACION
1.94

- Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---
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
-----------	--------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	9.90	200.8	20,472	76.8991	266	274
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	9.93	209.3	21,340	77.3661	276	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	10.16	223.2	22,763	80.9934	281	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	10.18	218.1	22,239	81.3128	273	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	9.81	213.0	21,719	75.5066	288	
6	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	10.15	215.7	21,994	80.9137	272	
7	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	10.18	211.4	21,561	81.3128	265	

DESVIACIÓN ESTANDAR
8.14

VARIANZA
66.29

COEF. DE VARIACION
2.97

- Resistencia a la compresión a los 7 días, relación a/c=0.69

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 7 días
-----------	-------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	10.20	136.3	13,900	81.7128	170	173
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	10.18	137.6	14,027	81.3128	173	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	10.20	136.2	13,883	81.6327	170	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	10.18	138.7	14,146	81.3927	174	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	10.17	132.5	13,514	81.2329	166	
6	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	9.99	138.3	14,103	78.3828	180	
7	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	10.21	140.5	14,328	81.793	175	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.47

VARIANZA
19.95

COEF. DE VARIACION
2.58

- Resistencia a la compresión a los 14 días, relación a/c=0.69

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	Peso específico	3.03 gr/cc

Condición	Curado en poza durante 14 días
-----------	--------------------------------

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	18/09/2024	14	10.20	173.2	17,661	81.6327	216	222
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	18/09/2024	14	10.19	166.7	16,996	81.4727	209	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	18/09/2024	14	10.22	182.2	18,574	82.0336	226	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	18/09/2024	14	10.19	181.4	18,497	81.5527	227	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	18/09/2024	14	10.19	183.6	18,722	81.5527	230	
6	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	18/09/2024	14	10.21	168.1	17,144	81.793	210	
7	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	18/09/2024	14	10.18	188.6	19,233	81.3128	237	

DESVIACIÓN ESTANDAR
10.64

VARIANZA
113.14

COEF. DE VARIACION
4.79

- Resistencia a la compresión a los 28 días, relación a/c=0.69

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE COMPRESIÓN

SEGÚN NORMA ASTM C - 39

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---
Relación agua/cemento (a/c)	0.69

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

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

Nº Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	02/10/2024	28	10.16	188.7	19,244	81.0732	237	234
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	02/10/2024	28	9.99	184.1	18,773	78.3044	240	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	02/10/2024	28	10.23	185.7	18,938	82.1942	230	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	02/10/2024	28	10.22	190.8	19,457	81.9533	237	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	02/10/2024	28	10.22	190.6	19,434	82.0336	237	
6	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	02/10/2024	28	10.22	177.4	18,092	82.0336	221	
7	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	02/10/2024	28	10.06	182.3	18,585	79.4851	234	

DESVIACIÓN ESTNDAR
6.42

VARIANZA
41.24

COEF. DE VARIACION
2.74

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

- Resistencia a la tracción a los 7 días, relación a/c=0.58

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	11/09/2021	7	10.04	20.84	72.6	7,403	79.1694	22.5	22.8
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	11/09/2021	7	10.18	20.77	69.8	7,113	81.3927	21.4	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	11/09/2021	7	10.18	20.57	71.1	7,252	81.3927	22.1	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	11/09/2021	7	9.99	20.81	75.4	7,685	78.3828	23.5	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	11/09/2021	7	10.19	20.35	78.3	7,985	81.5527	24.5	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.22

VARIANZA
1.48

COEF. DE VARIACION
5.34

- Resistencia a la tracción a los 28 días, relación a/c=0.58

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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
-----------	--------------------------------

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	02/10/2021	28	10.19	20.52	95.4	9,724	81.5527	29.6	30.8
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	02/10/2021	28	10.20	20.35	95.4	9,724	81.7128	29.8	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	02/10/2021	28	10.21	20.45	98.7	10,060	81.793	30.7	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	02/10/2021	28	10.22	20.47	96.3	9,819	82.0336	29.9	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2021	02/10/2021	28	10.08	20.29	106.3	10,842	79.7223	33.8	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.75

VARIANZA
3.06

COEF. DE VARIACION
5.68

- Resistencia a la tracción a los 7 días, relación a/c=0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	11/09/2021	7	10.17	20.46	67.8	6,918	81.153	21.2	20.5
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	11/09/2021	7	9.94	20.87	66.4	6,767	77.6002	20.8	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	11/09/2021	7	9.98	20.58	60.2	6,136	78.226	19.0	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	11/09/2021	7	10.19	20.52	67.6	6,895	81.5527	21.0	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	11/09/2021	7	10.06	20.39	64.4	6,566	79.4851	20.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
0.88

VARIANZA
0.77

COEF. DE VARIACION
4.29

- Resistencia a la tracción a los 28 días, relación a/c=0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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
-----------	--------------------------------

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	02/10/2021	28	9.86	21.03	83.5	8,512	76.2787	26.1	26.3
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	02/10/2021	28	10.22	20.37	80.3	8,183	81.9533	25.0	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	02/10/2021	28	10.22	20.52	81.3	8,288	82.0336	25.2	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	02/10/2021	28	10.22	20.70	87.0	8,866	82.0336	26.7	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2021	02/10/2021	28	9.97	20.25	88.2	8,995	78.0693	28.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.37

VARIANZA
1.88

COEF. DE VARIACION
5.21

- Resistencia a la tracción a los 7 días, relación a/c=0.69

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	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)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	11/09/2021	7	10.19	20.49	58.2	5,937	81.4727	18.1	19.2
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	11/09/2021	7	10.19	20.35	67.5	6,884	81.4727	21.1	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	11/09/2021	7	10.23	20.47	57.7	5,884	82.1139	17.9	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	11/09/2021	7	10.23	20.49	58.5	5,969	82.1139	18.1	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	11/09/2021	7	9.99	20.62	65.9	6,717	78.3828	20.8	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.60

VARIANZA
2.57

COEF. DE VARIACION
8.35

- Resistencia a la tracción a los 28 días, relación a/c=0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA

SEGÚN NORMA ASTM C - 496

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	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)	Long. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	02/10/2021	28	10.23	20.61	66.1	6,736	82.1942	20.3	22.3
2	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	02/10/2021	28	9.87	20.98	75.7	7,722	76.4336	23.8	
3	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	02/10/2021	28	10.21	20.69	70.5	7,188	81.8731	21.7	
4	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	02/10/2021	28	9.97	20.68	71.0	7,243	78.0693	22.4	
5	Testigo de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2021	02/10/2021	28	9.93	20.60	73.7	7,510	77.4441	23.4	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.40

VARIANZA
1.96

COEF. DE VARIACION
6.27

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

- Resistencia a la flexión a los 7 días, relación a/c=0.58

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMIREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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

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/cm2)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	11/09/2024	7	15.61	15.68	46.50	25.4	2,585	31	31
2	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	11/09/2024	7	15.59	15.49	46.50	21.9	2,232	28	
3	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	11/09/2024	7	15.39	15.50	46.50	27.5	2,801	35	
4	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	11/09/2024	7	15.38	15.46	46.50	22.8	2,324	29	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.10

VARIANZA
9.58

COEF. DE VARIACION
9.99

- Resistencia a la flexión a los 28 días, relación a/c=0.58

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMIREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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/cm2)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	15.38	15.61	46.50	32.6	3,323	41	41
2	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	15.38	15.46	46.50	35.4	3,609	46	
3	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	15.43	15.58	46.50	30.2	3,083	38	
4	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.58	04/09/2024	02/10/2024	28	15.34	15.70	46.50	29.8	3,038	37	

DESVIACIÓN ESTANDAR
4.04

VARIANZA
16.33

COEF. DE VARIACION
9.86

- Resistencia a la flexión a los 7 días, relación a/c=0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMIREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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
-----------	-------------------------------

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/cm2)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	15.38	15.52	46.50	19.4	1,973	25	24
2	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	15.40	15.34	46.50	21.4	2,181	28	
3	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	15.53	15.40	46.50	14.5	1,478	19	
4	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	11/09/2024	7	15.66	15.36	46.50	17.3	1,764	22	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.87

VARIANZA
15.00

COEF. DE VARIACION
16.14

- Resistencia a la flexión a los 28 días, relación a/c=0.63

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMIREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	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

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/cm2)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	15.32	15.47	46.50	28.6	2,915	37	35
2	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	15.39	15.49	46.50	25.4	2,589	33	
3	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	15.58	15.54	46.50	25.6	2,610	32	
4	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.63	04/09/2024	02/10/2024	28	15.37	15.50	46.50	29.4	2,993	38	

DESVIACIÓN ESTANDAR
2.94

VARIANZA
8.67

COEF. DE VARIACION
8.41

- Resistencia a la flexión a los 7 días, relación a/c=0.69

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMIREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	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/cm2)	Resist. Prom.
1	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	15.34	15.49	46.50	14.5	1,478	19	21
2	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	15.30	15.42	46.50	16.3	1,662	21	
3	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	15.49	15.61	46.50	18.2	1,855	23	
4	Viga de concreto cemento - arena, a/c=0.69	04/09/2024	11/09/2024	7	15.46	15.81	46.50	17.6	1,794	22	

DESVIACIÓN ESTANDAR
1.71

VARIANZA
2.92

COEF. DE VARIACION
8.13

- Resistencia a la flexión a los 28 días, relación $a/c=0.69$

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMIREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE CONCRETO

DE VIGA SIMPLE CON CARGA AL TERCIO MEDIO DE LA LUZ

ASTM C - 78

Arena de río (cauce fluvial) color gris	---	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	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 cemento - arena, $a/c=0.69$	04/09/2024	02/10/2024	28	15.47	15.44	46.50	25.3	2,579	33	31
2	Viga de concreto cemento - arena, $a/c=0.69$	04/09/2024	02/10/2024	28	15.54	15.38	46.50	24.4	2,483	31	
3	Viga de concreto cemento - arena, $a/c=0.69$	04/09/2024	02/10/2024	28	15.41	15.51	46.50	27.4	2,789	35	
4	Viga de concreto cemento - arena, $a/c=0.69$	04/09/2024	02/10/2024	28	15.38	15.38	46.50	20.1	2,053	26	

DESVIACIÓN ESTANDAR
3.86

VARIANZA
14.92

COEF. DE VARIACION
12.46

ENSAYO DE MÓDULO ELÁSTICO ESTÁTICO

- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.58 – E1

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento 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 : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM ²)	333
---------------------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIAMETRO 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	0.0050000	0.0035120	0.0000370	0.0000351
3000	38.16	0.0165000	0.0043900	0.0001222	0.0000439
4000	50.88	0.0240000	0.0052680	0.0001778	0.0000527
5000	63.60	0.0320000	0.0079020	0.0002370	0.0000790
6000	76.32	0.0385000	0.0096580	0.0002852	0.0000965
7000	89.04	0.0455000	0.0114140	0.0003370	0.0001141
8000	101.76	0.0525000	0.0122920	0.0003889	0.0001229
9000	114.47	0.0600000	0.0140480	0.0004444	0.0001404
10000	127.19	0.0685000	0.0149260	0.0005074	0.0001492
11000	139.91	0.0770000	0.0166820	0.0005704	0.0001667
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.72	0.0000185		
X	0.0000500	X	34.38 s1
25.44	0.0000370		

127.19	0.0005074		
133.20	Y	Y	0.0005372 e2
139.91	0.0005704		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.72	0.0000088		
34.38	Y	Y	0.0000536 et1
25.44	0.0000351		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

127.19	0.0001492		
133.20	Y	Y	0.0001575 et2
139.91	0.0001667		

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP

Realizado por:
Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique.
Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	34.38
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	133.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005372

MODULO ELASTICO	202,833
------------------------	----------------



e1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000536
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001575
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005372

MODULO DE POISSON	0.213
--------------------------	--------------



- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.58 – E2

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento 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 : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	333
--------------------------	-----

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	0.0007024	0.0000185	0.0000070
2000	25.62	0.0061500	0.0039949	0.0000456	0.0000401
3000	38.43	0.0093000	0.0043461	0.0000689	0.0000436
4000	51.24	0.0179500	0.0057070	0.0001330	0.0000572
5000	64.05	0.0297000	0.0074191	0.0002200	0.0000744
6000	76.85	0.0355500	0.0085605	0.0002633	0.0000859
7000	89.66	0.0414000	0.0102726	0.0003067	0.0001030
8000	102.47	0.0481500	0.0114140	0.0003567	0.0001145
9000	115.28	0.0549000	0.0131261	0.0004067	0.0001317
10000	128.09	0.0726000	0.0148382	0.0005378	0.0001488
11000	140.90	0.0793000	0.0165503	0.0005874	0.0001660
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACIÓN PARA S1 Y e2

12.81	0.0000185	X	27.70	s1
X	0.0000500			
25.62	0.0000456			

128.09	0.0005378	Y	0.0005576	e2
133.20	Y			
140.90	0.0005874			

INTERPOLACIÓN PARA et1' para S1

12.81	0.0000070	Y	0.0000455	et1
27.70	Y			
25.62	0.0000401			

INTERPOLACIÓN PARA et2' para S2

128.09	0.0001488	Y	0.0001557	et2
133.20	Y			
140.90	0.0001660			

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

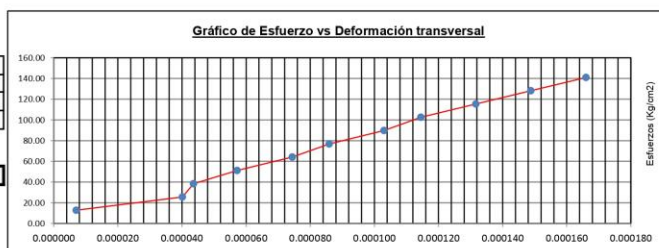
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	27.70
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	133.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005576

MÓDULO ELÁSTICO	207.841
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000455
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001557
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005576

MÓDULO DE POISSON	0.217
--------------------------	--------------



- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.58 – E3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento N°	03	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) : 9.98
Área (cm²) : 78.23
Fecha de vaciado : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	333
--------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	99.8

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.78	0.0030000	0.0013170	0.0000222	0.0000132
2000	25.57	0.0075000	0.0030730	0.0000556	0.0000308
3000	38.35	0.0165000	0.0039510	0.0001222	0.0000396
4000	51.13	0.0220000	0.0057070	0.0001630	0.0000572
5000	63.91	0.0290000	0.0070240	0.0002148	0.0000704
6000	76.70	0.0355000	0.0083410	0.0002630	0.0000836
7000	89.48	0.0430000	0.0096580	0.0003185	0.0000968
8000	102.26	0.0525000	0.0109750	0.0003889	0.0001100
9000	115.05	0.0585000	0.0122920	0.0004333	0.0001232
10000	127.83	0.0695000	0.0136090	0.0005148	0.0001364
11000	140.61	0.0855000	0.0153650	0.0006333	0.0001540
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.78	0.0000222	X	23.43	s1
X	0.0000500			
25.57	0.0000556			

127.83	0.0005148	Y	0.0005646	e2
133.20	Y			
140.61	0.0006333			

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.78	0.0000132	Y	0.0000279	et1
23.43	Y			
25.57	0.0000308			

INTERPOLACION PARA et2' para S2

127.83	0.0001364	Y	0.0001438	et2
133.20	Y			
140.61	0.0001540			

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	23.43
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	133.20
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005646

MODULO ELASTICO	213,311
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000279
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001438
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0005646

MODULO DE POISSON	0.225
--------------------------	--------------



- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.63 – E1

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento 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 : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	274
--------------------------	-----

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	0.0020000	0.0004390	0.0000148	0.0000044
2000	25.62	0.0050000	0.0026340	0.0000370	0.0000264
3000	38.43	0.0185000	0.0043900	0.0001370	0.0000440
4000	51.24	0.0245000	0.0057070	0.0001815	0.0000572
5000	64.05	0.0315000	0.0070240	0.0002333	0.0000705
6000	76.85	0.0395000	0.0079020	0.0002926	0.0000793
7000	89.66	0.0470000	0.0096580	0.0003481	0.0000969
8000	102.47	0.0545000	0.0109750	0.0004037	0.0001101
9000	115.28	0.0640000	0.0122920	0.0004741	0.0001233
10000	128.09	0.0745000	0.0153650	0.0005519	0.0001541
11000	140.90	0.0795000	0.0171210	0.0005889	0.0001717
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.81	0.0000148	X	33.12	s1
X	0.0000500			
25.62	0.0000370			

102.47	0.0004037	Y	0.0004429	e2
109.60	Y			
115.28	0.0004741			

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.81	0.0000044	Y	0.0000393	et1
33.12	Y			
25.62	0.0000264			

INTERPOLACION PARA et2' para S2

102.47	0.0001101	Y	0.0001174	et2
109.60	Y			
115.28	0.0001233			

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	33.12
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	109.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004429

MÓDULO ELÁSTICO	194,655
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000393
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001174
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004429

MÓDULO DE POISSON	0.199
--------------------------	--------------



- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.63 – E2

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento 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 : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	274
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	0.0050000	0.0035120	0.0000370	0.0000351
3000	38.08	0.0180000	0.0048290	0.0001333	0.0000482
4000	50.77	0.0245000	0.0057070	0.0001815	0.0000570
5000	63.47	0.0310000	0.0070240	0.0002296	0.0000701
6000	76.16	0.0385000	0.0083410	0.0002852	0.0000833
7000	88.86	0.0450000	0.0100970	0.0003333	0.0001008
8000	101.55	0.0535000	0.0114140	0.0003963	0.0001140
9000	114.24	0.0640000	0.0127310	0.0004741	0.0001271
10000	126.94	0.0700000	0.0144870	0.0005185	0.0001447
11000	139.63	0.0760000	0.0162430	0.0005630	0.0001622
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.69	0.0000111	X	31.76	s1
X	0.0000500			
25.39	0.0000370			
101.55	0.0003963	Y	0.0004457	e2
109.60	Y			
114.24	0.0004741			

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.69	0.0000175	Y	0.0000439	et1
31.76	Y			
25.39	0.0000351			

INTERPOLACION PARA et2' para S2

101.55	0.0001140	Y	0.0001223	et2
109.60	Y			
114.24	0.0001271			

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	31.76
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	109.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004457

MÓDULO ELÁSTICO	196,715
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000439
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001223
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004457

MÓDULO DE POISSON	0.198
--------------------------	--------------



- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.63 – E3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento N°	03	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 : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	274
LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIAMETRO 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	0.0004390	0.0000111	0.0000044
2000	25.39	0.0050000	0.0021950	0.0000370	0.0000219
3000	38.08	0.0115000	0.0030730	0.0000852	0.0000307
4000	50.77	0.0200000	0.0043900	0.0001481	0.0000438
5000	63.47	0.0270000	0.0052680	0.0002000	0.0000526
6000	76.16	0.0335000	0.0065850	0.0002481	0.0000658
7000	88.86	0.0435000	0.0079020	0.0003222	0.0000789
8000	101.55	0.0565000	0.0096580	0.0004185	0.0000964
9000	114.24	0.0640000	0.0114140	0.0004741	0.0001140
10000	126.94	0.0690000	0.0127310	0.0005111	0.0001271
11000	139.63	0.0750000	0.0144870	0.0005556	0.0001447
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACIÓN PARA S1 Y e2

12.69	0.0000111	X	31.76	s1
X	0.0000500			
25.39	0.0000370			

101.55	0.0004185	Y	0.0004538	e2
109.60	Y			
114.24	0.0004741			

INTERPOLACIÓN PARA et1' para S1

12.69	0.0000044	Y	0.0000307	et1
31.76	Y			
25.39	0.0000219			

INTERPOLACIÓN PARA et2' para S2

101.55	0.0000964	Y	0.0001076	et2
109.60	Y			
114.24	0.0001140			

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

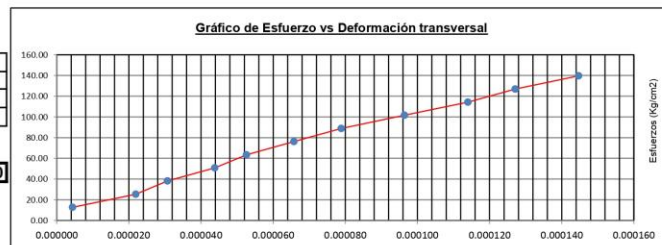
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	31.76
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	109.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004538

MÓDULO ELÁSTICO	192.769
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000307
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0001076
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004538

MÓDULO DE POISSON	0.190
--------------------------	--------------



- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.69 – E1

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento N°	01	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	Peso específico	3.03 gr/cc

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

DATOS DE PROBETA

Diametro (cm) : 10.02
Área (cm²) : 78.85
Fecha de vaciado : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	234
--------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	100.2

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.68	0.0020000	0.0008780	0.0000148	0.0000088
2000	25.36	0.0085000	0.0017560	0.0000630	0.0000175
3000	38.05	0.0175000	0.0035120	0.0001296	0.0000350
4000	50.73	0.0265000	0.0043900	0.0001963	0.0000438
5000	63.41	0.0370000	0.0061460	0.0002741	0.0000613
6000	76.09	0.0460000	0.0074630	0.0003407	0.0000745
7000	88.78	0.0550000	0.0087800	0.0004074	0.0000876
8000	101.46	0.0655000	0.0100970	0.0004852	0.0001008
9000	114.14	0.0705000	0.0122920	0.0005222	0.0001227
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.68	0.0000148		
X	0.0000500	X	21.94 s1
25.36	0.0000630		

88.78	0.0004074		
93.60	Y	Y	0.0004370 e2
101.46	0.0004852		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.68	0.0000088		
21.94	Y	Y	0.0000152 et1
25.36	0.0000175		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

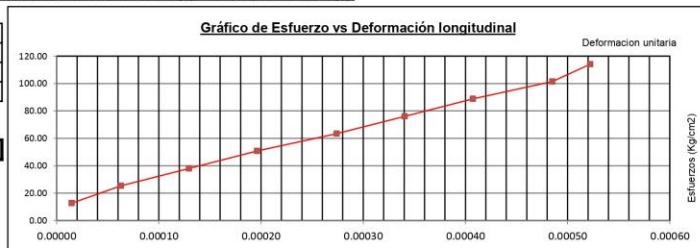
88.78	0.0000876		
93.60	Y	Y	0.0000926 et2
101.46	0.0001008		

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	21.94
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	93.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004370

MODULO ELASTICO	185,168
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000152
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0000926
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004370

MODULO DE POISSON	0.200
--------------------------	--------------



- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.69 – E2

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOLCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento N°	02	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	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 : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	234
--------------------------	-----

LONGITUD DE MEDICIÓN-anillos (mm)	135
DIÁMETRO DE MEDICIÓN-anillos (mm)	100.05

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACIÓN LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (mm)	DEFORMACIÓN UNITARIA LONGITUDINAL	DEFORMACIÓN UNITARIA TRANSVERSAL
1000	12.72	0.0030000	0.0008780	0.0000222	0.0000088
2000	25.44	0.0060000	0.0021950	0.0000444	0.0000219
3000	38.16	0.0165000	0.0035120	0.0001222	0.0000351
4000	50.88	0.0230000	0.0043900	0.0001704	0.0000439
5000	63.60	0.0320000	0.0057070	0.0002370	0.0000570
6000	76.32	0.0410000	0.0070240	0.0003037	0.0000702
7000	89.04	0.0515000	0.0079020	0.0003815	0.0000790
8000	101.76	0.0600000	0.0100970	0.0004444	0.0001009
9000	114.47	0.0665000	0.0118530	0.0004926	0.0001185
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.72	0.0000222		
X	0.0000500	X	28.65
25.44	0.0000444		s1

89.04	0.0003815		
93.60	Y	Y	0.0004040
101.76	0.0004444		e2

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.72	0.0000088		
28.65	Y	Y	0.0000252
25.44	0.0000219		et1

INTERPOLACION PARA et2' para S2

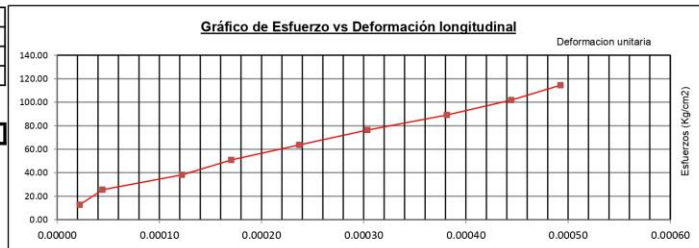
89.04	0.0000790		
93.60	Y	Y	0.0000869
101.76	0.0001009		et2

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

S1 (Esfuerzo a 0.00005)	28.65
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	93.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004040

MODULO ELASTICO	183,475
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000252
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0000869
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004040

MODULO DE POISSON	0.174
--------------------------	--------------



- Módulo de Elasticidad Estático a los 28 días, relación a/c=0.69 – E3

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

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

Testigo de concreto - cemento N°	03	Marca y Tipo de Cemento	APU Tipo GU
Relación agua/cemento (a/c)	0.69	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 : 04/09/2024
Fecha de ensayo : 02/10/2024

ESFUERZO MAXIMO (KG/CM2)	234
--------------------------	-----

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

CARGA (kg)	ESFUERZO (Kg/cm2)	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	0.0105000	0.0026340	0.0000778	0.0000264
3000	38.43	0.0200000	0.0035120	0.0001481	0.0000352
4000	51.24	0.0285000	0.0048290	0.0002111	0.0000484
5000	64.05	0.0360000	0.0061460	0.0002667	0.0000616
6000	76.85	0.0450000	0.0070240	0.0003333	0.0000705
7000	89.66	0.0575000	0.0087800	0.0004259	0.0000881
8000	102.47	0.0680000	0.0105360	0.0005037	0.0001057
9000	115.28	0.0765000	0.0122920	0.0005667	0.0001233
10000					
11000					
12000					
13000					
14000					

INTERPOLACION PARA S1 Y e2

12.81	0.0000185		
X	0.0000500	X	19.61 s1
25.62	0.0000778		

89.66	0.0004259		
93.60	Y	Y	0.0004498 e2
102.47	0.0005037		

INTERPOLACION PARA et1' para S1

12.81	0.0000088		
19.61	Y	Y	0.0000181 et1
25.62	0.0000264		

INTERPOLACION PARA et2' para S2

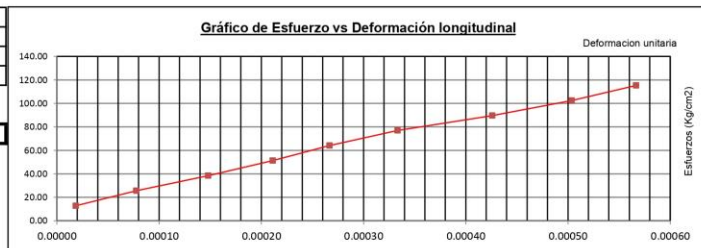
89.66	0.0000881		
93.60	Y	Y	0.0000935 et2
102.47	0.0001057		

Institución:  Universidad Científica del Perú	Investigación: PROPIEDADES DEL CONCRETO (CEMENTO - ARENA), OBTENIDO A PARTIR DE ARENA FLUVIAL - DESEMBOCADURA DEL RÍO TIGRE EN RÍO MARAÑÓN, PERÚ - 2023.	
	Realizado en: LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES - UCP	Realizado por: Br. CASTILLO RAMÍREZ, José Enrique. Asesor: Ing. BAUTISTA SERPA, Liliana. Mg.

CALCULOS DE ESFUERZOS (S) Y DEFORMACIONES (e).

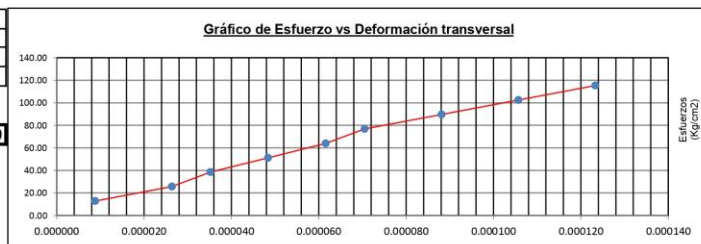
S1 (Esfuerzo a 0.00005)	19.61
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
S2 (40% Esfuerzo máx.)	93.60
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004498

MODULO ELASTICO	185,068
------------------------	----------------



et1 (Esfuerzo a 0.00005)	0.0000181
e1 (Deformación a 0.00005)	0.0000500
et2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0000935
e2 (40% Esfuerzo máx.)	0.0004498

MODULO DE POISSON	0.189
--------------------------	--------------



ANEXO E

- Panel Fotográfico

PANEL FOTOGRÁFICO DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

FOTO N° 01: Homogenización de la muestra de arena para realizar los diseños.



FOTO N° 02: Preparación de los moldes cilíndricos de 4 x 8 pulg. y moldes para vigas.



FOTO N° 03: Control y pesaje de cemento para el diseño de mezcla.



FOTO N° 04: Vaciado de materiales en la mezcladora.



FOTO N° 05: Toma de muestra del concreto fresco.



FOTO N° 06: Ensayo de asentamiento del concreto fresco (slump).



FOTO N° 07: Ensayo de peso unitario del concreto fresco.



FOTO N° 08: Verificación y control de temperatura del concreto fresco.



FOTO N° 09: Elaboración de los especímenes para compresión y ensayo de flexión.



FOTO N° 10: Preparación de los especímenes de concreto para su codificación.



FOTO N° 11: Curado de los especímenes de concreto.



FOTO N° 12: Mezcladora usada para los diseños de mezcla.

